



## Diversité des insectes floricoles de *Hibiscus cannabinus* L. 1759 (Malvaceae) et leur impact sur les rendements fruitier et grainier à Bogo (Extrême-Nord, Cameroun)

①Olivier Balti Moudelsia<sup>1</sup> , ②Denis Djonwangwé<sup>2\*</sup> & ③Joseph Lebel Tamesse<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Université de Maroua, Faculté des Sciences, Département des Sciences Biologiques, BP 46 Maroua, Cameroun.

<sup>2</sup> Université de Maroua, Ecole Normale Supérieure, Laboratoire des Sciences de la Vie et de la Terre, BP 55 Maroua, Cameroun.

<sup>3</sup> Université de Yaoundé I, Ecole Normale Supérieure, Laboratoire de Zoologie, BP 47 Yaoundé, Cameroun.

\*Corresponding author, E-mail: [djonwangwedenis@gmail.com](mailto:djonwangwedenis@gmail.com)

Copyright © 2023 Balti et al. | Published by LENA/ IFA-Yangambi | [License CC BY-NC-4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Received: 10 Aug 2023

Accepted: 29 Dec 2023

Published : 31 Dec 2023

### RÉSUMÉ

Dans le but de déterminer la richesse spécifique, les activités de butinage et de pollinisation des insectes sur les rendements de *Hibiscus cannabinus* ont été évaluées. Pour cela, dix traitements ont été constitués à Guinlaye (Bogo) : les traitements 1 et 1' constitués de 360 boutons floraux laissés en libre pollinisation ; les traitements 2 et 2' constitués de 360 boutons floraux isolés des visites d'insectes ; les traitements 3 et 3' constitués de 120 boutons floraux isolés dont la toile gaze était retirée et remise sans visite d'insecte ; les traitements 4 et 4' étaient constitués des boutons floraux des blocs laissés en libre pollinisation et les traitements 5 et 5' constitués des boutons floraux des blocs isolés de visites d'insectes. 1220 visites de 18 espèces ont été observées sur les fleurs de *H. cannabinus* en 2021 et 2022 ; *Apis mellifera* est l'insecte le plus prépondérant avec 17,54 % de l'ensemble des visites. Les insectes étaient en activité sur les fleurs de 6 h à 13 h, avec le pic des activités situé entre 8 h - 9 h. L'impact des insectes sur l'amélioration des rendements est estimé à 7,58 % et 6,16 % pour le taux de fructification et le pourcentage de graines normales respectivement. Afin d'améliorer le rendement de *H. cannabinus*, il est conseillé de préserver ses insectes floricoles pendant la floraison de cette Malvacée.

**Mots-clés :** *Hibiscus cannabinus*, fleurs, insectes, pollinisation, rendements, Guinlaye.

### ABSTRACT

#### Diversity of flowering insects of *Hibiscus cannabinus* L. 1759 (Malvaceae) and their impact on fruit and seed yields in Bogo (Far North, Cameroon)

In order to determine the specific richness, the foraging and pollination activities of insects on the yields of *Hibiscus cannabinus*, ten treatments were made at Guinlaye (Bogo): treatments 1 and 1' consisting of 360 flower buds left in open pollination; the 2 and 2' treatments consisting of 360 flower buds isolated from insect visits; the 3 and 3' treatments made up of 120 isolated flower buds from which the gauze fabric was removed and put back without visiting an insect; treatments 4 and 4' consisted of flower buds from blocks left free to pollinate and treatments 5 and 5' consisted of flower buds from blocks isolated from insect visits. 1220 visits of 18 species were observed on the flowers of *H. cannabinus* in 2021 and 2022; *Apis mellifera* is the most predominant insect with 17.54 % of all visits. The insects were active on the flowers from 6 a.m. to 1 p.m., with peak activity between 8 a.m. and 9 a.m. The impact of insects on yield improvement is estimated at 7.58 % and 6.16 % for fruiting rate and percentage of normal seeds respectively. In order to improve the yield of *H. cannabinus*, it is advisable to preserve its flower insects during the flowering of this Malvaceae.

**Keywords:** *Hibiscus cannabinus*, flowers, insects, pollination, yields, Guinlaye.

### INTRODUCTION

*Hibiscus cannabinus* L. 1759 (Malvaceae) encore appelé kénaf est une plante sauvage commune dans la plupart des pays africains au sud du Sahara (Bukeny-

ziraba, 2011). Il a probablement été domestiqué comme plante à fibres il y a environ 6000 ans au Soudan (Bukeny-Ziraba, 2015). Le kénaf est une

plante herbacée annuelle pouvant atteindre 2 m de hauteur, la tige érigée est fine, cylindrique et épineuse chez les formes sauvages. La racine principale est bien développée, avec des racines latérales s'étalant horizontalement jusqu'à 1 m et des racines adventives sur la zone inférieure des tiges (Kayembe, 2015). Les fleurs axillaires bisexuées et pentamères de 7,5 à 10 cm de diamètre, sont solitaires ou parfois groupées près de l'apex de la plante (Webber et al., 2002). Le kénaf est connu pour ses vertus médicinales très intéressantes (Arbaoui et al., 2014). Largement cultivé en Afrique comme légumes (Bukenya-Ziraba, 2004). Les jeunes plants et les graines sont un excellent fourrage pour le bétail et l'huile extraite des graines sert à l'alimentation humaine (Nyam et al., 2015). Le tourteau est comestible et peut être utilisé comme aliment pour le bétail ou comme engrais organique (Brink & Escobin, 2003).

Dans les pays en voie de développement dont le Cameroun où l'économie est basée essentiellement sur l'agriculture (DSCE, 2009), le rôle des insectes pollinisateurs dans l'augmentation des rendements agricoles est peu connu (Tchuenguem et al., 2014 ; Pando et al., 2018). Les agriculteurs ignorent qu'en absence d'insectes anthophiles ou en présence d'un nombre insuffisant de ceux-ci au cours de la floraison de plusieurs plantes, les rendements peuvent être fortement diminués ou nuls (Philippe, 1991 ; Klein et al., 2007 ; Pando et al., 2019). A notre connaissance il existe très peu de données publiées sur les insectes pollinisateurs de *H. cannabinus*. Au Cuba et en Malaisie, la pollinisation croisée de cette Malvaceae est réalisée par les abeilles et *Apis mellifera* est le pollinisateur majeur (Tamargo & Jones, 1954 ; Roubik, 2018). A l'heure actuelle, il n'existe aucune donnée permettant de tirer des conclusions formelles sur la situation des pollinisateurs de cette plante au niveau national encore moins en ce qui concerne leur diversité. Il existe très peu de connaissances sur les

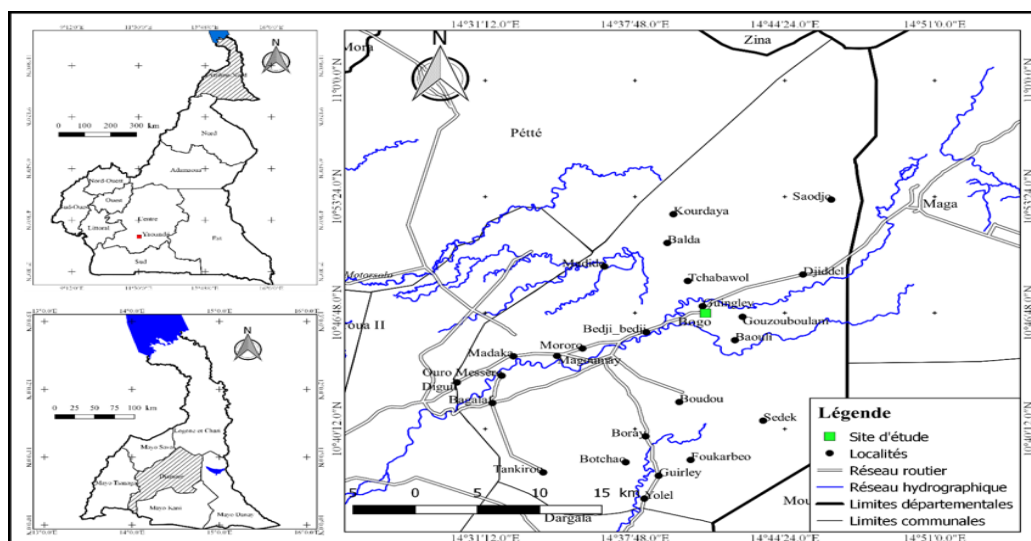
relations insectes pollinisateurs/*H. cannabinus*, l'abondance de ces pollinisateurs et leurs efficacités pollinisatrices sur les rendements alors que les graines de cette essence manquent souvent sur le marché. D'où la nécessité de connaître l'entomofaune floricole de cette malvacée sachant que l'entomofaune d'une plante peut varier dans l'espace et dans le temps (Roubik, 2000). L'objectif général du présent travail est une contribution à la maîtrise de l'entomofaune floricole de *H. cannabinus* en vue de sa gestion optimale à l'Extrême-Nord du Cameroun.

Ce travail vise trois objectifs spécifiques : (a) recenser les insectes floricoles de *H. cannabinus* ; (b) évaluer la fréquence de visites de ces insectes sur les fleurs et les substances florales prélevées ; (c) évaluer l'impact des insectes floricoles sur les rendements fruitier et grainier.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Site, stations d'étude et matériels biologiques

Les travaux ont été effectués à Guinlaye au point de coordonnées géographiques (latitude : 10°77'99'', longitude : 14°68'16,9''E, altitude : 318 m) un village de l'arrondissement de Bogo, Département du Diamaré, Région de l'Extrême-Nord du Cameroun. Ces coordonnées ont été obtenues à l'aide d'un GPS de marque GARMIN etrex 10. Le matériel végétal était représenté par les plants de *H. cannabinus* issus de la germination des graines achetées au marché de Bogo. Le matériel animal était constitué par : (a) des colonies de *Apis mellifera* de la station d'étude et de ses environs ; (b) de diverses populations d'insectes présentes dans l'environnement expérimental et qui visitaient les fleurs de cette malvacée. La figure 1 présente la localisation de la station d'étude dans l'Arrondissement de Bogo.



**Figure 1.** Carte de localisation de la station d'étude à Guinlaye dans l'Arrondissement de Bogo (Source : Base des données SOGEFI ; Réalisation : Balti Olivier)

## Méthodes

### Préparation, semis et entretien de la parcelle expérimentale

Du 27 au 28 août 2021 et du 26 au 27 juillet 2022, la parcelle expérimentale d'une superficie de 231 m<sup>2</sup> a été défrichée, labourée et subdivisée en 8 blocs carrés de 4 m de côté. L'espace entre deux blocs successifs était de 1 m. Le semis a été fait le 29 août 2021 et le 28 juillet 2022, en ligne et sur les blocs, en raison de 5 lignes par bloc. Les graines étaient semées en poquets, à raison de 4 graines par poquets. L'espacement dans les lignes et entre les lignes étaient de 0,5 m.

### Détermination du mode de reproduction de *Hibiscus cannabinus*

Durant chaque période d'investigation, 420 fleurs au stade bouton floral ont été étiquetées à Guinlaye et trois traitements constitués : (a) les traitements T1 (2021) et T1' (2022), constitués chacun de 180 boutons floraux laissés en libre pollinisation (Fig. 2a) pour la mise en évidence de la pollinisation mixte (autopollinisation et pollinisation croisée) ; (b) les traitements T2 (2021) et T2' (2022), constitués chacun de 180 boutons floraux également, protégés délicatement à l'aide des sachets en toile gaze (Fig. 2b) pour la mise en évidence de l'autopollinisation ; (c) les traitements T3 (2021) et T3' (2022), constitués chacun de 60 boutons floraux également, protégés dont la toile gaze était retiré et remis sans visite d'insecte.



**Figure 2.** Bouton floral étiqueté, laissé en libre pollinisation (a) et isolée des visites d'insectes (b)

L'indice de fructification dans chaque traitement a été calculé à l'aide de la formule ci-après :  $I_{fr} = (F_a / F_b)$  (1) où  $F_a$  est le nombre de fruits formés et  $F_b$  le nombre de boutons floraux initialement porté (Tchuenguem et al., 2014). Pour chaque saison d'investigation, la différence entre les indices de fructification moyens des deux traitements a permis de calculer les taux d'allogamie (TC) et d'autogamie au sens large (TA), selon les formules ci-après (Demarly, 1977) :  $TC = \{[(I_{fr1} - I_{fr}) / I_{fr1}] \times 100\}$  où  $I_{fr1}$  et  $I_{fr2}$  sont les indices de fructification dans le traitement en libre pollinisation et dans le traitement protégé respectivement.  $TA = [100 - TC]$ .

### Détermination de la richesse spécifique et de la fréquence relative des insectes floricoles de *Hibiscus cannabinus*

Pour déterminer la richesse spécifique des insectes floricoles, durant chaque période d'investigation, l'observateur passait une fois sur chaque fleur épanouie (fleurs pouvant offrir du nectar et/ou du pollen aux insectes) du traitement en libre pollinisation durant six périodes journalières : 6h – 7h, 8h – 9h, 10h – 11h, 12h – 13h. A chaque passage, les différents insectes étaient comptés sur les fleurs. Les insectes n'étant pas marqués, les résultats cumulés ont été exprimés par le nombre de visites (Tchuenguem, 2005). Les données obtenues ont permis de calculer la fréquence de chaque insecte ( $F_i$ ) sur les fleurs.  $F_i = \{[(V_i)/VI] \times 100\}$ , avec  $V_i$  le nombre de visites de l'insecte  $i$  sur les fleurs libre et  $VI$  le nombre de visites de tous les insectes sur les mêmes fleurs (Tchuenguem et al., 2001).

Dans le but de mieux apprécier la richesse spécifique de la diversité des insectes floricoles de cette Malvaceae, les indices de diversité de Shannon (H) et l'équitabilité de Pielou (EQ) ont été calculés à l'aide des formules :  $H = -\sum_{(i=1)}^s p_i(\log_2 p_i)$  (Dajoz, 2008) et  $EQ = H/\log_2(S)$  (Dajoz, 2000), où  $p_i = n_i/N$  ;  $n_i$  : nombre d'individu de  $i$  (correspondant au nombre de visites de  $i$ ) ;  $N$  : nombre total d'individus (correspondant au nombre total des visites) et  $S$  : nombre total d'espèces observées. L'indice de Jaccard  $J = c/(a+b-c)$  a été calculé pour déterminer la similarité entre les deux années d'observation, où  $a$  = nombre d'espèces en 2021 ;  $b$  = nombre d'espèces en 2022 ;  $c$  = nombre d'espèces communes en 2021 et 2022 (Jaccard, 1908).

### Détermination de l'impact des insectes floricoles sur la pollinisation de *Hibiscus cannabinus*

L'évaluation de l'impact des insectes sur la pollinisation du Kénaf a été notée lors de l'étude de la durée des visites. Il s'agissait de noter pendant la récolte du nectar et/ou du pollen, le nombre de fois où le corps de chaque espèce d'insecte rentrait en contact avec le stigmate et/ou les anthères de la fleur visitée. Ceci permettait de mettre en évidence les possibilités d'intervention des insectes dans l'auto pollinisation et la pollinisation croisée des fleurs visitées (Tchuenguem, 2005). Ceci a permis la mise en évidence des possibilités d'intervention des insectes dans l'autopollinisation et la pollinisation croisée des fleurs visitées (Delaplane et al., 2013).

Pour déterminer les différentes catégories de pollinisateurs, l'indice de régularité (R) a été calculé à l'aide de la formule :  $R = [(P/100) \times (f/100)]$  (Tchuenguem, 1993), où  $P$  est le pourcentage des visites de l'insecte et  $f$  la fréquence relative des visites de l'insecte.

### Détermination des activités des insectes floricoles sur les fleurs de *Hibiscus cannabinus*

Les abondances des butineuses (le plus grand nombre d'individus simultanément en activité sur une fleur et sur 1000 fleurs) ont été enregistrées aux mêmes dates que la fréquence des visites selon trois tranches horaires journalières : 7-8h ; 9-10h ; 11-12h. Les abondances par fleur ont été enregistrées à la suite des comptages directs. Pour l'abondance par 1000 fleurs, les individus de chaque espèce ont été comptés sur un nombre connu de fleurs épanouies ; l'abondance par 1000 fleurs (A1000) a été ensuite calculée à l'aide de la formule suivante :  $A1000 = [(Ax/Fx) \times 100]$ , où Fx et Ax sont respectivement le nombre de fleurs et le nombre de butineurs effectivement comptés à l'instant x (Tchuenguem, 2005). Les durées de visites par fleurs pour la récolte du pollen et le prélèvement du nectar ont été enregistrées différemment, à l'aide d'un chronomètre pendant les mêmes tranches horaires journalières que celles au cours desquelles ont été mesurées les abondances.

La vitesse de butinage qui correspond au nombre de fleurs visitées par une espèce d'insecte en une minute a été enregistrée. Dès qu'un insecte se posait sur une fleur le chronomètre préalablement mis à zéro a été déclenché et le nombre de fleurs visitées a été compté au fur et à mesure que l'insecte passait d'une fleur à une autre sur la même espèce végétale. Le chronomètre était arrêté dès que l'insecte était perdu de vue ou lorsqu'il quittait *H. cannabinus* pour une autre espèce végétale. La vitesse de butinage a été calculée à l'aide de la formule suivante :  $Vb = Fi / di \times 60$  ; où di est la durée donnée par le chronomètre (en seconde) et Fi le nombre de fleur correspondant à di (Jacob - Remacle, 1989).

### Mesure de la concentration en sucres totaux du nectar floral

Les ouvrières en pleine activité de récolte du nectar ont été capturées sur les fleurs. Puis, par de légères pressions exercées sur l'abdomen placé entre le pouce et l'index, le nectar du jabot a été expulsé et sa concentration en sucres totaux a été mesurée directement à l'aide d'un réfractomètre portable. Elles ont permis de mieux apprécier l'activité des Apoïdes sur les fleurs.

### Détermination de l'impact des insectes floricoles sur les rendements de *Hibiscus cannabinus*

L'évaluation de l'impact des insectes floricoles sur les rendements de *H. cannabinus* était basée sur la comparaison des rendements fruitier et grainier des traitements en libre pollinisation (T1 et T1') ; fleurs protégées des visites d'insectes (T2 et T2') et fleur protégée dont la toile gaze a été retirée et remise sans visite d'insecte (T3 et T3'). La contribution numérique des insectes floricoles sur le taux de fructification a été

calculée la formule :  $Fri = \{[(FT1 + Eg) - FT2 / (FT1 + Eg)] * 100\}$ , où FT1 et FT2 sont respectivement les taux de fructification dans le traitement T1 (fleurs laissées en libre pollinisation) et traitement T2 (fleurs protégées de toute visite d'insectes), et Eg l'effet du sac toile gaze qui a été calculé par la formule  $Eg = FT2 - FT3$ , où FT3 est le taux de fructification dans le traitement T3 (fleurs des visites dont la toile gaze est retirée et remise sans visite d'insecte). Enfin,  $Fri = \{[(FT1 - FT3) / (FT1 + FT2 - FT3)] * 100\}$  (Diguir et al., 2020). Le taux de fructification d'un traitement (F) est  $F = [(b/a) * 100]$ , où b est le nombre de capsules formés et a le nombre de boutons floraux.

La contribution des insectes floricoles sur la masse des graines par capsule a été calculée la formule :  $Mgi = \{[(MgT1 + Eg) - MgT2 / (MgT1 + Eg)] * 100\}$ , où MgT1 et MgT2 sont respectivement la masse des graines par capsule dans le traitement T1 (fleurs laissées en libre pollinisation) et traitement T2 (fleurs protégées de toute visite d'insectes), et Eg l'effet du sac toile gaze qui a été calculé par la formule  $Eg = MgT2 - MgT3$ , où MgT3 est la masse des graines dans le traitement T3 (fleurs isolées des visites dont la toile gaze est retirée et remise sans visite d'insecte). Enfin,  $Mgi = \{[(MgT1 - MgT3) / (MgT1 + MgT2 - MgT3)] * 100\}$  (Diguir et al., 2020). La contribution numérique des insectes floricoles sur le pourcentage des graines normales par traitement a été calculée la formule :  $Pgi = \{[(PgT1 + Eg) - PgT2 / (PgT1 + Eg)] * 100\}$ , où PgT1 et PgT2 sont respectivement les pourcentages des graines normales dans le traitement T1 (fleurs laissées en libre pollinisation) et traitement T2 (fleurs protégées de toute visite d'insectes), et Eg l'effet du sac toile gaze qui a été calculé par la formule  $Eg = PgT2 - PgT3$ , où PgT3 est les pourcentages des graines normales dans le traitement T3 (fleurs isolées des visites dont la toile gaze est retirée et remise sans visite d'insecte). Enfin,  $Pgi = \{[(PgT1 - PgT3) / (PgT1 + PgT2 - PgT3)] * 100\}$  (Diguir et al., 2020).

### Evaluation de l'impact des insectes floricoles sur les rendements à l'hectare

Pour évaluer l'impact des insectes pollinisateurs à l'hectare les traitements 4 et 5 étaient constituées :

- Le traitement T4 (2021) et T'4 (2022) qui étaient constitués des boutons floraux du bloc 5 et du bloc 7 laissés en libre pollinisation respectivement (Fig. 3) ;
- Le traitement T5 (2021) et T'5 (2022) qui étaient constitués chacun des boutons floraux du bloc 7 et du bloc 2 respectivement, complètement isolés de la visite des insectes à l'aide de toile gaze (Fig. 4).

A la récolte les capsules et les graines des traitements 4 et 5 ont été comptées et pesées à l'aide d'une balance numérique et le rendement à l'hectare du traitement i (Rdhi) évalué selon la formule suivante :  $Rdhi = \{[Rdh / ss] \times 10000\}$  où Rdh est un paramètre du rendement du traitement i et ss, la surface de la sous parcelle. La contribution des insectes floricoles (Frih) sur le rendement fruitier et grainier à



l'hectare est calculée selon la formule suivante :  $Frih = \{[(FT4 - FT5) / FT4] \times 100\}$  où FT4 et FT5 sont respectivement les taux de fructification dans le traitement T4 (fleurs du bloc laissé en libre pollinisation) et traitement T5 (fleurs du bloc protégé de toute visite d'insectes par la toile gaze). La contribution des insectes floricoles sur la masse totale des graines à l'hectare a été calculée par la formule :  $Mgih = \{[(MgT4 - MgT5) / MgT4] \times 100\}$  où MgT4 et MgT5 sont respectivement la masse totale des graines du traitement T4 et traitement T5 (Tchuengue, 2005). La contribution des insectes floricoles sur le pourcentage des graines normales à l'hectare a été calculée par la formule :  $Pgih = \{[(PgT4 - PgT5) / PgT4] \times 100\}$  où PgT4 et PgT5 sont respectivement le pourcentage des graines normales du traitement T4 et traitement T5 respectivement (Tchuengue, 2005).



**Figure 3.** Plants de *Hibiscus cannabinus* du bloc laissé en libre pollinisation (T4)

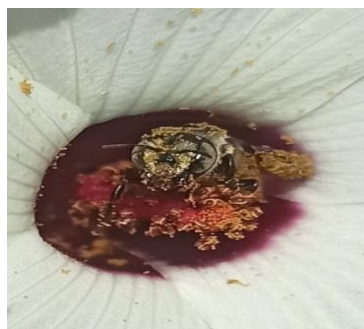


**Figure 4.** Plants de *Hibiscus cannabinus* du bloc protégé de la visite des insectes (T5)

### Evaluation de l'impact des insectes floricoles sur la germination

Le test de germination a consisté à prendre 100 graines dans chaque Traitement 1 et 2 (2021) et 1' et 2' (2022). Les graines ont été placées dans les boîtes de conservation d'aliment ; sous 2 couches de papier hygiénique ; arrosé avec de l'eau distillée au besoin (Edwards, 1987). Elles ont été examinées chaque jour et les graines avec une radicule supérieure ou égale à 2 mm ont été considérées germées (Pitel et al., 1989). À l'issue de ce test, le pouvoir de germination, l'indice de germination et la valeur germinative des graines des traitements 1 et 2 ont été calculés grâce aux formules suivantes : Jour de pic de germination (JPIC) : (JPIC)

= Jour où l'indice de germination est maximale ; le pouvoir germinatif des graines (PG) :  $(PG) = (NgG / NgT) \times 100$  où NgG : le nombre de graines germées et NgT : le nombre total de de graines ensemencées. L'Indice de germination des graines (IG) :  $(IG) = NCgG / J$  où NCgG : le nombre cumulé de graines germées et J : est le nombre de jour d'expérimentation ; La valeur germinative des graines (VG) :  $(VG) = IGM_{\max} \times (NTgG / J)$  où IGM<sub>max</sub> : l'indice de germination maximale ; NTgG : le nombre total de graines germées et J : le nombre de jour d'expérimentation. La contribution numérique des pollinisateurs sur le pourvoir germinatif des graines a été calculée par la formule  $PGi = \{[(PG1 - PG2) / PG1] \times 100\}$  où PG1 et PG2 sont respectivement les pouvoirs germinatifs des graines des traitements 1 et 2 (Tchuengue, 2005). La contribution numérique des pollinisateurs sur l'indice de germination des graines a été évaluée par la formule  $IGi = \{[(IG1 - IG2) / IG1] \times 100\}$  où IG1 et IG2 sont respectivement les indices de germination des graines des traitements 1 et 2 (Tchuengue, 2005). La contribution numérique des pollinisateurs sur la valeur germinative des graines a été calculée par la formule  $VGi = \{[(VG1 - VG2) / VG1] \times 100\}$  où VG1 et VG2 sont respectivement les valeurs germinatives des graines des traitements 1 et 2 (Tchuengue, 2005).



**Figure 5.** *Lipotriches azarensis* récoltant du pollen sur les fleurs de *Hibiscus cannabinus* à Guinlaye en 2022

### Traitement des données

Le traitement des données a été fait à l'aide de la statistique descriptive (calcul des moyennes, écarts-types et pourcentages), des tests t et z pour la comparaison de deux moyennes, de l'ANOVA pour la comparaison de plus de deux moyennes ; Khi-carré ( $\chi^2$ ) pour la comparaison des pourcentages (Schwartz, 1984) ; le logiciel SPSS 20.0. a été utilisé pour l'analyse des données.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### Mode de reproduction de *Hibiscus cannabinus*

Les indices de fructification ont été de 0,95 (n = 172, s = 0,20) et 0,87 (n = 157, s = 0,33) en 2021 ; 0,92 (n = 166, s = 0,26) et 0,88 (n = 142, s = 0,40) en 2022 respectivement pour les traitements T1, T2, T1' et T2'.

L'indice de fructification moyen dans les traitements en libre pollinisation a été de 0,93 ; la valeur correspondante pour les traitements protégés des visites d'insectes a été 0,87. Pour les deux années d'investigation cumulées, TC = 6,45 % et TA = 93,55 %. Les indices de fructification moyens des deux années d'investigation indiquent que *H. cannabinus* a un système de reproduction mixte allogame autogame avec une prédominance de l'autogamie. Les travaux de Basga et al. (2019) sur *Gossypium hirsutum* (Malvaceae) à Garoua au Cameroun et Angbanyéré et

Matthew (2012) sur *Abelmoschus esculentus* (Malvaceae) au Burkina Fasso, ont montré que, ces Malvacées avaient aussi un système de reproduction mixte avec prédominance d'autogamie.

### Diversité et fréquence des insectes floricoles de *Hibiscus cannabinus*

Le tableau 1 présente la diversité et la fréquence de visites des insectes observés sur les fleurs de *H. cannabinus* à Guinlaye en 2021 et en 2022.

**Tableau 1.** Richesse spécifique et fréquence de visites des insectes sur les fleurs de *Hibiscus cannabinus* à Guinlaye en 2021 et en 2022

Insectes			Année 2021		Année 2022		Total		
Ordres	Familles	Genres et espèces	n <sub>1</sub>	p <sub>1</sub> (%)	n <sub>2</sub>	p <sub>2</sub> (%)	n <sub>t</sub>	p <sub>t</sub> (%)	
Hymenoptera	Halictidae	<i>Lipotriches azarensis</i> <sup>NP</sup>	192	37,06	-	-	192	15,73	
		<i>Lipotriches</i> sp. <sup>NP</sup>	12	2,31	-	-	12	0,98	
	Total Halictidae		02	204	39,38	-	-	204	16,72
	Apidae	<i>Apis mellifera</i> <sup>NP</sup>	81	15,63	133	18,94	214	17,54	
		<i>Xylocopa obscurata</i> <sup>NP</sup>	24	4,63	-	-	24	1,96	
		<i>Eucera alticinta</i> <sup>NP</sup>	-	-	75	10,68	75	6,14	
		<i>Anthophora</i> sp. <sup>NP</sup>	-	-	78	11,11	78	6,38	
		<i>Amegilla</i> sp.1 <sup>NP</sup>	74	14,28	-	-	74	6,06	
		<i>Amegilla</i> sp.2 <sup>NP</sup>	16	3,08	-	-	16	1,31	
		<i>Amegilla</i> sp.3 <sup>NP</sup>	-	-	29	4,13	29	2,37	
	Total Apidae		07	195	37,64	315	44,87	454	37,21
	Megachilidae	<i>Euaspis erythros</i> <sup>NP</sup>	14	2,70	-	-	14	1,14	
		<i>Megachile</i> sp. <sup>NP</sup>	-	-	144	20,51	144	11,80	
<i>Megachile rotundata</i> <sup>NP</sup>		-	-	67	9,54	67	5,49		
<i>Megachile eurymera</i> <sup>NP</sup>		-	-	34	4,84	34	2,78		
Total Megachilidae		04	14	2,70	245	34,90	245	20,08	
<b>Total Hymenoptera</b>			<b>13</b>	<b>413</b>	<b>79,72</b>	<b>560</b>	<b>79,77</b>	<b>973</b>	<b>79,75</b>
Diptera	Syrphidae	<i>Melisia craboniformis</i> <sup>NP</sup>	48	9,26	-	-	48	3,93	
		<i>Sphaerophoria scripta</i> <sup>N</sup>	-	-	13	1,85	13	1,06	
	<b>Total Diptera</b>		<b>02</b>	<b>48</b>	<b>9,26</b>	<b>13</b>	<b>1,85</b>	<b>61</b>	<b>5</b>
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Acraea serena</i> <sup>N</sup>	57	11	48	6,83	105	8,60	
	Pieridae	<i>Belenois zochalia</i> <sup>N</sup>	-	-	64	9,11	64	5,24	
		<i>Eurema hecabe</i> <sup>N</sup>	-	-	17	2,42	17	1,39	
	Total Pieridae		02	-	-	81	11,57	81	6,63
<b>Total Lepidoptera</b>			<b>03</b>	<b>57</b>	<b>11</b>	<b>129</b>	<b>18,37</b>	<b>186</b>	<b>15,24</b>
<b>Total</b>		<b>18 espèces</b>	<b>518</b>	<b>100</b>	<b>702</b>	<b>100</b>	<b>1220</b>	<b>100</b>	

n<sub>1</sub> : nombre de visites sur 180 fleurs en 9 jours en 2021 ; n<sub>2</sub> : nombre de visites sur 180 fleurs en 11 jours en 2022 ; n<sub>t</sub> : nombre de visites sur 360 fleurs en 20 jours en 2021 et 2022 ; P<sub>1</sub> : pourcentage de visite en 2021, P<sub>2</sub> : pourcentage de visites en 2022 ; P<sub>t</sub> : pourcentage de visites en 2021 et 2022 ; P<sub>1</sub> = (n<sub>1</sub>/518) \* 100 ; P<sub>2</sub> = (n<sub>2</sub>/702) \* 100 ; P<sub>t</sub> = (n<sub>t</sub>/1220) \* 100 ; sp. : Espèce non déterminée ; - : aucune visite ; NP : récolte du nectar et du pollen ; N : récolte du nectar.

Il ressort de ce tableau que sur chacune des périodes d'observation, 518 visites de 9 espèces d'insectes et 702 visites de 11 espèces d'insectes ont été recensées en 9 et 10 jours, en 2021 et en 2022 respectivement. Pour l'ensemble des deux périodes d'observation, la richesse spécifique des insectes floricoles de *H. cannabinus* était de 18. Cette richesse spécifique est sensiblement égale à celle de 17 obtenue à Garoua par

Kingha et al. (2021) sur *A. esculentus* et largement inférieur à celle de 32 obtenue par Pando et al. (2020) sur cette même Malvaceae à Maroua.

L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H<sub>1</sub>) était de 2,64 en 2021 et de 3,16 (H<sub>2</sub>) en 2022. Le site est peu diversifié, d'après les valeurs de l'indice de Shannon qui se situent en dessous de 5. L'équitabilité de Piélou (EQ) était de 0,76 et 0,91 respectivement en

2021 et en 2022. Les équitabilités de Piélou des deux années étant très proches, ceci prouve que les richesses spécifiques des deux années d'études ont à peu près les mêmes conditions environnementales. Le calcul de l'indice de Jacard ( $J = 0,11$ ) révèle une similarité de la diversité de l'entomofaune floricole de *H. cannabinus* entre les deux années d'études, preuve de plus que les conditions environnementales des deux années d'étude sont similaires.

Il ressort également du tableau 1 que trois ordres d'insectes visitaient les fleurs du Kénaif : Hymenoptera (79,75 % de visites), Diptera (5 %), et Lepidoptera (15,24 %). L'ordre le plus riche en espèces était celui des Hymenoptera (13 espèces) avec *Apis mellifera* l'insecte le plus prépondérant, ensuite viennent les Lepidoptera (3 espèces), et les Diptera (2 espèces). Ce résultat pourrait s'expliquer par le nombre élevé des abeilles à Guinlaye et en particulier celui des abeilles sauvages.

### Produits floraux prélevés

Du tableau 1, il ressort que sur 18 espèces d'insectes recensées sur les fleurs de *H. cannabinus*, 14

(*Lipotriches azarensis* (figure 6), *Lipotriches* sp. ; *A. mellifera* ; *Xylocopa obscurata* ; *Eucera alticinta* ; *Anthophora* sp. ; *Amegilla* sp.1 ; *Amegilla* sp.2 ; *Amegilla* sp.3 ; *Euaspis erythros* ; *Megachile* sp. ; *Megachile rotundata* ; *Megachile eurymera* et *Melisia craboniformis*) récoltaient à la fois le nectar et le pollen ; 4 (*Acraea serena* ; *Sphaerophoria scripta* ; *Belenois zochalia* et *Eurema hecabe*) récoltaient du nectar uniquement. Le produit floral prélevé variait en fonction du besoin de chaque espèce et du type de pièce buccale : les insectes à pièces buccales du type broyeur suceur étaient à majorité récolteurs de nectar et de pollen ; ceux à pièces buccales du type suceur sont des butineurs de nectar (*Acraea serena* ; *Belenois zochalia* et *Eurema hecabe*) exception de *Sphaerophoria scripta*. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus en Algérie par Benachour (2008) qui avait déjà signalé que les papillons (pièces buccales de type suceur) sont butineurs exclusifs par excellence de nectar. Dans l'ensemble, durant les 20 jours d'observation, les insectes étaient rencontrés quotidiennement sur les fleurs du kénaif comme l'illustre le tableau 2.

**Tableau 2.** Fréquences journalières de visites des différents insectes floricoles de *Hibiscus cannabinus* à Guinlaye en 2021 et en 2022

Insectes	Année 2021		Année 2022		Total	
	n <sub>1</sub>	f <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	f <sub>2</sub>	n <sub>t</sub>	f <sub>t</sub>
<i>Lipotriches azarensis</i>	9	100	-	-	9	45
<i>Lipotriches</i> sp.	5	55,56	-	-	5	25
<i>Apis mellifera</i>	9	100	11	100	20	100
<i>Xylocopa obscurata</i>	7	77,78	-	-	7	35
<i>Eucera alticinta</i>	-	-	7	63,63	7	35
<i>Anthophora</i> sp.	-	-	6	54,54	6	30
<i>Amegilla</i> sp.1	9	100	-	-	9	45
<i>Amegilla</i> sp.2	5	55,56	-	-	5	25
<i>Amegilla</i> sp.3	-	-	3	27,27	3	15
<i>Euaspis erythros</i>	8	88,89	-	-	8	40
<i>Megachile</i> sp.	-	-	11	100	11	55
<i>Megachile rotundata</i>	-	-	5	45,45	5	25
<i>Megachile eurymera</i>	-	-	4	36,36	4	20
<i>Melisia craboniformis</i>	6	66,67	-	-	6	30
<i>Sphaerophoria scripta</i>	8	88,89	11	100	19	95
<i>Acraea serena</i>	-	-	1	9,09	1	50
<i>Belenois zochalia</i>	-	-	11	100	11	55
<i>Eurema hecabe</i>	-	-	3	27,27	3	15

n<sub>1</sub> : nombre de jours de présence des insectes pendant 9 jours d'observation en 2021 ; n<sub>2</sub> : nombre de jours de présence des insectes pendant 11 jours d'observation en 2022 ; n<sub>t</sub> : nombre de jours de présence d'insectes pendant 20 jours d'observation en 2021 et 2022 ; f<sub>1</sub> : Fréquence relative des visites de l'insecte (n<sub>1</sub>/9)\*100 ; f<sub>2</sub> : Fréquence relative des visites de l'insecte (n<sub>2</sub>/11)\*100 ; f<sub>t</sub> : Fréquence relative des visites de l'insecte (n<sub>t</sub>/20)\*100.

Il ressort de ce tableau que cette Malvaceae a des visiteurs plus ou moins fréquents : ainsi, il y a : (a) les visiteurs très fréquents avec une fréquence de visites supérieure à 50 % du nombre total de jours d'observations (Tchuenguem, 1993) : *A. mellifera* ; *Megachile* sp. ; *Ac. serena* et *B. zochalia* ; (b) les visiteurs fréquents avec une fréquence de visites comprise entre 25 et 50 % du nombre total de jours

d'observations (Tchuenguem, 1993) ; *L. azarensis*, *Lipotriches* sp. ; *X. obscurata* ; *E. alticinta* ; *Anthophora* sp. ; *Amegilla* sp.1 ; *E. erythros* ; *M. rotundata* ; *Me. craboniformis* et *Amegilla* sp.2 ; (c) les visiteurs rares qui avaient une fréquence de visites inférieure à 25 % du nombre total de jours d'observation (Tchuenguem, 1993) : *M. eurymera* ; *E. hecabe* et *S. scripta*. Ces résultats mettent en évidence



que les fleurs de *H. cannabinus* produisent du pollen et du nectar qui attirent les insectes pendant sa période de floraison. Il ressort également du tableau 2 que le pourcentage journalier de visites de *A. mellifera* en 20 jours d'observation était de 100 %. Ceci serait une preuve du bon attachement de cette abeille au pollen et au nectar de *H. cannabinus*. Ces résultats sont contraires à ceux de Pando et al. (2020) où *A. mellifera* ne visitait pas les fleurs du gombo à Maroua et l'insecte le plus prépondérant était *L. collaris* (100 % du nombre total des jours d'observations).

### Rythme de visites des insectes selon les tranches horaires journalières d'observation

Du tableau 3, il ressort que les insectes visitaient les fleurs de 6h à 13h avec un pic d'activité de l'ensemble des insectes situé entre 8 h et 9 h, soit 50,81 % de

visites. Cette tranche horaire correspondrait à la période de disponibilité maximale des produits floraux de *H. cannabinus*. Ce résultat est contraire à celui de Kodji et al. (2021) qui ont montré que les insectes visitaient les fleurs de *G. hirsutum* de 6h à 17h à Maroua. Le nombre de visites variait en fonction des tranches horaires d'observation, comme l'indique le tableau 3. Ce résultat pourrait s'expliquer par la phénologie de *H. cannabinus* : chez cette espèce végétale, la fanaison des fleurs est complète aux environs de 13h ; cette fanaison est synonyme de l'arrêt de production des produits floraux, d'où l'arrêt des visites d'insectes à cette tranche horaire. Ce résultat est contraire aux travaux de Basga et al. (2019) sur *G. hirsutum* à Garoua et de Pando et al. (2020) sur *A. esculentus* à Maroua, ont montré les fleurs de ces malvacées attiraient les insectes toute la journée.

**Tableau 3.** Nombres et pourcentages de visites d'insectes par tranches horaires journalières sur les fleurs de *Hibiscus cannabinus* en 2021 et en 2022 à Guinlaye

Insectes	Nombre des visites par tranches horaires								Total
	6h-7h		8h-9h		10h-11h		12h-13h		
	nv <sub>1</sub>	p <sub>1</sub>	nv <sub>2</sub>	p <sub>2</sub>	nv <sub>3</sub>	p <sub>3</sub>	nv <sub>4</sub>	p <sub>4</sub>	
<i>Lipotriches azarensis</i>	15	1,22	132	10,91 <sup>Ω</sup>	33	2,70	12	0,98	192
<i>Lipotriches</i> sp.	4	0,32	6	0,49 <sup>Ω</sup>	-	-	2	0,16	12
<i>Apis mellifera</i>	10	0,81	135	11,06 <sup>Ω</sup>	55	4,50	10	0,81	214
<i>Xylocopa obscurata</i>	2	0,16	16	1,31 <sup>Ω</sup>	2	0,16	4	0,32	24
<i>Eucera alticinta</i>	3	0,24	36	2,91 <sup>Ω</sup>	28	2,29	8	0,65	75
<i>Anthophora</i> sp.	5	0,40	42	3,44 <sup>Ω</sup>	28	2,29	13	1,06	78
<i>Amegilla</i> sp.1	12	0,98	43	3,43 <sup>Ω</sup>	14	1,14	5	0,40	74
<i>Amegilla</i> sp.2	3	0,24	8	0,65 <sup>Ω</sup>	3	0,24	2	0,16	16
<i>Amegilla</i> sp.3	-	-	10	0,81	19	1,55 <sup>Ω</sup>	-	-	29
<i>Euaspis erythros</i>	6	0,49	7	0,57	-	-	1	0,08	14
<i>Megachile</i> sp.	7	0,57	50	4,09	79	6,47	8	0,65	144
<i>Megachile rotundata</i>	7	0,57	32	2,65 <sup>Ω</sup>	27	2,21	1	0,08	67
<i>Megachile eurymera</i>	3	0,24	20	1,63 <sup>Ω</sup>	10	0,81	1	0,08	34
<i>Melisia craboniformis</i>	12	0,98	28	2,29 <sup>Ω</sup>	-	-	8	0,65	48
<i>Sphaerophoria scripta</i>	29	2,37	31	2,54	32	2,62 <sup>Ω</sup>	13	1,06	105
<i>Acraea serena</i>	-	-	12	0,98	1	0,08	-	-	13
<i>Belenois zochalia</i>	3	0,24	12	0,98	34	2,78 <sup>Ω</sup>	15	1,29	64
<i>Eurema hecabe</i>	-	-	4	0,32	13	1,06 <sup>Ω</sup>	-	-	17
<b>Total</b>	<b>121</b>	<b>9,91</b>	<b>618</b>	<b>50,65</b>	<b>378</b>	<b>30,98<sup>Ω</sup></b>	<b>103</b>	<b>8,60</b>	<b>1220</b>

nv<sub>1</sub> : nombre de visites entre 6h et 7h ; nv<sub>2</sub> : nombre de visites entre 8h et 9h ; nv<sub>3</sub> : nombre de visites entre 10h et 11h ; nv<sub>4</sub> : nombre de visites entre 12h et 13h ; P<sub>1</sub> : pourcentage des visites entre 6h et 7h ; P<sub>2</sub> : pourcentage des visites entre 8h et 9h ; P<sub>3</sub> : pourcentage des visites entre 10h et 11h ; P<sub>4</sub> : pourcentage des visites entre 12h et 13h ; (Ω) : pic d'activité de l'insecte.

### Abondance des butineuses

L'abondance par fleur de *L. azarensis* ; *Amegilla* sp.1 ; *A. mellifera* ; *Me. craboniformis* ; *Megachile* sp. et *Anthophora* sp. était de un en 2021 et en 2022. Le tableau 4 présente les abondances par 1000 fleurs de quelques insectes sur *H. cannabinus*. L'abondance moyenne des butineuses par 1000 fleurs était de 288,49 (n = 51 ; s = 83,90) ; 227,78 (n = 50 ; s = 96,64) ; 279,72 (n = 51 ; s = 56,36) ; 187,39 (n = 51 ; s = 62,14) respectivement pour *L. azarensis* ; *Amegilla* sp. 1 ; *A. mellifera* ; *Me. craboniformis* en 2021 et de

221,32 (n = 37 ; s = 81,36) ; 283,41 (n = 32 ; s = 53,97) ; 198,75 (n = 31 ; s = 42,40) pour *Megachile* sp. ; *A. mellifera* et *Anthophora* sp. en 2022. La comparaison globale des abondances par 1000 fleurs de *H. cannabinus* à Guinlaye en 2021 présente une différence très hautement significative (F= 19,48 ; ddl = 3 ; P < 0,001). La comparaison des abondances moyennes par 1000 fleurs de *L. azarensis* et de *Amegilla* sp. 1 révèle une différence très hautement significative (t = 6,06 ; ddl = 98 ; P < 0,001). Cette différence pourrait s'expliquer par la très forte attractivité des produits floraux du kénaf sur l'halicte



*L. azarensis* par rapport aux amégiles. La comparaison des abondances moyennes par 1000 fleurs de *Amegilla* sp. 1 et de *A. mellifera* révèle également une différence très hautement significative ( $t = 3,31$  ;  $ddl = 98$  ;  $P < 0,001$ ). Ces abondances par 1000 fleurs plus élevées chez *A. mellifera* seraient une conséquence du phénomène de recrutement chez cette abeille. Chez les abeilles domestiques, lorsque la source alimentaire est intéressante, l'information est transmise aux congénères afin de mobiliser plus des ouvrières pour exploiter cette ressource (Louveaux, 1984). La comparaison globale des abondances par 1000 fleurs de *H. cannabinus* à Guinlaye en 2022 présente une différence très hautement significative ( $F = 15,78$  ;  $ddl = 2$  ;  $P < 0,001$ ). Les comparaisons des abondances moyennes par 1000 fleurs de *Megachile* sp. et de *A. mellifera* révèle une différence très hautement significative ( $t = 3,67$  ;  $ddl = 67$  ;  $P < 0,001$ ). Les ouvrières de *A. mellifera* étaient plus nombreuses que

les mégachiles sur les fleurs de cette malvacée à Guinlaye en 2022.

Chez l'abeille domestique, le phénomène de recrutement leur permet de mobiliser un grand nombre de butineuses lorsque la source alimentaire est importante. Ce résultat est en accord avec les travaux de Kingha et al. (2021) qui ont montré une abondance par 1000 fleurs de *A. mellifera* sur les fleurs de *A. esculentus* à Garoua était de 46,81. La comparaison des abondances moyennes par 1000 fleurs de *A. mellifera* et de *Anthophora* sp. révèle une différence très hautement significative ( $t = 6,97$  ;  $ddl = 62$  ;  $P < 0,001$ ). Les butineuses de *A. mellifera* étaient plus abondante que les *Anthophora* sp. sur les fleurs de cette malvacée à Guinlaye en 2022. Ce résultat est en accord avec les travaux de Basga et al. (2019) qui ont montré une abondance par 1000 fleurs de *A. mellifera* sur les fleurs de *G. hirsutum* à Garoua était de 272,74.

**Tableau 4.** Abondances par 1000 fleurs de quelques insectes sur les fleurs de *Hibiscus cannabinus* à Guinlaye en 2021 et 2022

Insectes	Abondances par 1000 fleurs									
	Année 2021					Année 2022				
	n	M	S	min	max	N	m	S	min	max
<i>Lipotriches azarensis</i>	51	248,49	83,90	131,1	379,31	-	-	-	-	-
<i>Amegilla</i> sp.1	51	227,78	96,64	6,66	321	-	-	-	-	-
<i>Apis mellifera</i>	<b>51</b>	<b>279,72</b>	<b>56,36</b>	<b>218</b>	<b>352</b>	<b>32</b>	<b>283,41</b>	<b>53,97</b>	<b>213,52</b>	<b>354</b>
<i>Melisia craboniformis</i>	51	187,39	62,14	96,77	270,83	-	-	-	-	-
<i>Megachile</i> sp.	-	-	-	-	-	37	221,32	81,36	88,23	303
<i>Anthophora</i> sp.	-	-	-	-	-	31	198,75	42,40	132	259,1

**n** : nombre ; **m** : abondance moyenne ; **s** : écart-type ; **min** : minimum ; **max** : maximum.

#### Durée des visites par fleur

Le tableau 5 ci-dessous présente les durées de visites de quelques insectes sur les fleurs de *H. cannabinus* à Guinlaye. Il ressort de ce tableau que, la durée moyenne d'une visite de *L. azarensis*, *Amegilla* sp. 1 et *A. mellifera* par fleur était respectivement de 35,58 sec ( $n = 51$  ;  $s = 12,83$ ), 31,92 sec ( $n = 51$  ;  $s = 21,08$ ) et 28,88 sec ( $n = 51$  ;  $s = 18,62$ ) en 2021. En 2022, elle était de 9,15 sec ( $n = 26$  ;  $s = 1,02$ ) chez *Megachile* sp., 12,53 sec ( $n = 32$  ;  $s = 4,38$ ) chez *A. mellifera* et 14,85 sec ( $n = 27$  ;  $s = 6,32$ ) chez *Anthophora* sp. La comparaison des durées des visites globales des insectes floricoles de *H. cannabinus* à Guinlaye en 2021, présente une différence non significative ( $F = 1,64$  ;  $ddl = 2$  ;  $P > 0,05$ ). Par contre la comparaison des durées des visites globales des insectes floricoles de *H. cannabinus* en 2022, présente une différence très hautement significative ( $F = 9,70$  ;  $ddl = 2$  ;  $P < 0,001$ ). La comparaison des durées moyennes des visites de *A. mellifera* et de *Megachile* sp. présente une différence très hautement significative ( $t = 3,91$  ;  $ddl = 56$  ;  $P < 0,001$ ). Ce résultat pourrait s'expliquer par l'aptitude à récolter les produits floraux qui varie selon les espèces des insectes butineurs. Ce résultat est en

accord avec les travaux de Kegni et al. (2015) et de Otiobo et al. (2016) qui ont montré qu'une différence significative entre les durées de visites serait liée à l'accessibilité aux produits floraux par chaque espèce d'insecte. La comparaison des durées des visites moyenne de *A. mellifera* et *Anthophora* sp. en 2022, présente une différence non significative ( $t = 1,68$  ;  $ddl = 57$  ;  $P > 0,05$ ).

#### Vitesse de butinage

Le tableau 6 présente les vitesses de butinages de quelques insectes floricoles de *H. cannabinus* à Guinlaye. Il ressort de ce tableau que, la vitesse de butinage moyenne de *L. azarensis* ; *Amegilla* sp.1 ; et *A. mellifera* par fleur était respectivement de 7,31 fleurs par minutes ( $n = 51$  ;  $s = 2,85$ ) ; 5,12 fleurs par minute ( $n = 50$  ;  $s = 1,97$ ) et 5,65 fleurs par minute ( $n = 51$  ;  $s = 1,71$ ) en 2021, et de 12,07 fleurs par minute ( $n = 32$  ;  $s = 14,92$ ) ; 15,30 fleurs par minute ( $n = 33$  ;  $s = 6,51$ ) ; 17,34 fleurs par minutes ( $n = 28$  ;  $s = 5,94$ ) ; 17,04 fleurs par minute. ( $n = 28$  ;  $s = 4,09$ ) respectivement pour *Megachile* sp. ; *A. mellifera* et *Anthophora* sp. en 2022.

**Tableau 5.** Durées de visites de quelques insectes sur les fleurs de *Hibiscus cannabinus* à Guinlaye en 2021 et 2022

Insectes	Durées des visites									
	Année 2021					Année 2023				
	n	M	S	min	max	N	m	s	min	max
<i>Lipotriches azarensis</i>	51	35,58	12,83	11	64	-	-	-	-	-
<i>Amegilla</i> sp.1	51	31,92	21,08	5	63	-	-	-	-	-
<i>Apis mellifera</i>	<b>51</b>	<b>28,88</b>	<b>18,62</b>	<b>7</b>	<b>67</b>	<b>32</b>	<b>12,53</b>	<b>3,34</b>	<b>2</b>	<b>22</b>
<i>Megachile</i> sp.	-	-	-	-	-	26	9,15	3,17	9	12
<i>Anthophora</i> sp.	-	-	-	-	-	27	14,85	6,90	2	27

**n** : nombre ; **m** : durée de visite moyenne ; **s** : écart-type ; **min** : minimum; **max** : maximum

La comparaison des vitesses de butinage moyennes globales en 2021, révèle une différence très hautement significative ( $F = 15,70$  ;  $ddl = 3$  ;  $P < 0,001$ ). La différence entre la vitesse moyenne de butinage de *L. azarensis* et de *Amegilla* sp. 1 en 2021 est très hautement significative ( $t = 4,57$  ;  $ddl = 100$  ;  $P < 0,001$ ). Ce résultat pourrait s'expliquer par le fait que *L. azarensis* était plus apte à récolter les produits floraux que *Amegilla* sp. 1. La comparaison des vitesses de butinage de *L. azarensis* et de *A. mellifera* en 2021 est hautement significative ( $t = 3,57$  ;  $ddl = 100$  ;  $P < 0,01$ ). Ces résultats pourraient s'expliquer par l'aptitude à récolter des produits floraux par ces insectes. La différence entre les vitesses de butinages moyennes globales en 2022 est hautement

significative ( $F = 6,05$  ;  $ddl = 3$  ;  $P < 0,01$ ). La différence entre les vitesses de butinages moyennes de *Megachile* sp. et de *A. mellifera* en 2022 est très hautement significative ( $t = 4,48$  ;  $ddl = 99$  ;  $P < 0,001$ ). La différence entre les vitesses de butinages moyennes de *A. mellifera* et *Anthophora* sp. en 2022 est hautement significative ( $t = 2,83$  ;  $ddl = 100$  ;  $P < 0,01$ ). Ces différences observées au niveau des vitesses de butinage pourraient être dues à la capacité à récolter les produits floraux. Ce résultat est similaire à ceux de Tchuengem et al. (2010), qui avait déjà signalé que, les ouvrières d'abeille mellifère africaine pouvaient obtenir leur charge alimentaire maximale en visitant un nombre relativement faible de fleurs de *Erythrina sigmoidea*.

**Tableau 6.** Vitesses de butinage de quelques insectes sur les fleurs de *Hibiscus cannabinus* à Guinlaye en 2021 et 2022

Insectes	Vitesses de butinages									
	Année 2021					Année 2022				
	n	m	S	min	max	N	M	s	min	Max
<i>Lipotriches azarensis</i>	51	7,31	2,85	3	13	-	-	-	-	-
<i>Amegilla</i> sp.1	50	5,12	1,97	2	8	-	-	-	-	-
<i>Apis mellifera</i>	<b>51</b>	<b>5,65</b>	<b>1,71</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>33</b>	<b>15,30</b>	<b>6,51</b>	<b>7,82</b>	<b>25,91</b>
<i>Melisia craponiformis</i>	51	7,90	2,84	3	13	-	-	-	-	-
<i>Megachile</i> sp.	-	-	-	-	-	32	12,07	4,92	7,17	11,67
<i>Anthophora</i> sp.	-	-	-	-	-	28	17,34	5,94	7,82	24
<i>Belenois zochalia</i>	-	-	-	-	-	28	17,04	4,09	12,85	21,89

**n** : nombre ; **m** : vitesse de butinage moyenne ; **s** : écart-type ; **min** : minimum; **max** : maximum

### Impact des insectes sur la pollinisation de *Hibiscus cannabinus*

Le nombre et les pourcentages de visites de quelques insectes qui ont eu de contact régulier avec les organes reproducteurs de *H. cannabinus* durant les 20 jours d'observation sont indiqués dans le tableau 7. Il ressort de ce tableau que sur les 18 espèces d'insectes floricoles répertoriées sur les fleurs de *H. cannabinus* à Guinlaye : (a) quinze de ces espèces ont eu une fréquence de 100 % de contacts avec les anthères et les stigmates. Les passages de fleur en fleur de ces espèces pouvaient provoquer soit une autopolinisation en faisant tomber les grains de pollen sur le stigmate d'une même fleur, soit une pollinisation croisée en déposant les grains de pollen sur le stigmate d'une

autre fleur à l'aide notamment de leurs pattes, leurs pièces buccales et leur fourrure comme l'avaient mentionné Delaplane et al. (2013) ; (b) trois de ces espèces n'avaient aucun contact avec les anthères et les stigmates de cette Malvacée.

L'indice de régularité (Tableau 7), la fréquence relative (Tableau 2) et le comportement spécifique de chaque espèce d'insecte sur la fleur ont permis de définir les insectes pollinisateurs de cette Malvacée. Ainsi, les différentes espèces d'insectes recensées sur les fleurs de *H. cannabinus* sont réparties dans trois catégories d'insectes : (a) les insectes majeurs caractérisés par l'indice de régularité (R) élevé ( $R > 0,05$ ) ; une bonne récolte du pollen associée au contact de l'insecte avec les anthères et les stigmates (Tchuengem, 1993) : *L. azarensis* ; *A. mellifera* ;

*Megachile* sp ; (b) les insectes mineurs caractérisés par un indice de régularité faible ( $0,001 < R < 0,05$ ) auquel s'ajoute la récolte du pollen associée au contact de l'insecte avec les anthères et les stigmates (Tchuenguem, 1993) : *Amegilla* sp.1 ; *Amegilla* sp.2 ; *X. obscurata* ; *Anthophora* sp. ; *Amegilla* sp.3 ; *E. erythros* ; *Eu. altacinta* ; *M. rotunda* ; *M. eurymera* ; *Me. craboniformis* ; *Lipotriches* sp. ; (c) les insectes occasionnels qui se caractérisaient soit par l'indice de régularité très faible ( $R < 0,001$ ) doublé d'une absence de comportement lié à la recherche du pollen, soit par

leur capacité à détruire les organes de la fleur (Tchuenguem, 1993) : les autres *A. serena* ; *E. hecabe* ; *B. zochalia* ; *S. scripta*. Les résultats relèvent une importante présence des abeilles sauvages comme principaux insectes floricoles de cette culture. Les abeilles sauvages permanemment actives sur les fleurs de cette Malvaceae, joueraient un rôle important sur l'autopollinisation de cette plante comme l'avaient déjà souligné George (1989) et Free (1993) sur *A. esculentus*.

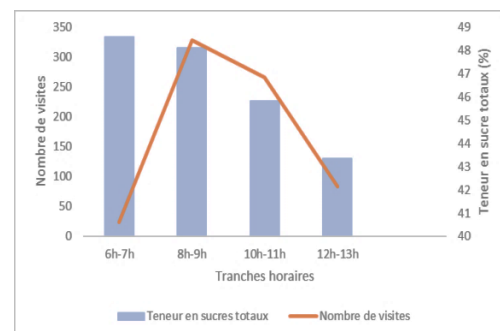
**Tableau 7.** Indices de régularité ; nombre et pourcentages de visites en contact avec l'anthère et le stigmate de quelques insectes sur les fleurs de *Hibiscus cannabinus* à Guinlaye en 2021 et 2022

Insectes	Année 2021	Année 2022	Total	n <sub>t</sub>	nv	
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>T</sub>		n	P
<i>Lipotriches azarensis</i>	0,37	-	0,070	192	192	100
<i>Lipotriches</i> sp.	0,01	-	0,0002	12	12	100
<i>Apis mellifera</i>	0,15	0,18	0,17	214	214	100
<i>Xylocopa obscurata</i>	0,03	-	0,006	24	24	100
<i>Eucera alticinta</i>	-	0,0678	0,02	75	75	100
<i>Anthophora</i> sp.	0,14	0,060	0,019	16	16	100
<i>Amegilla</i> sp.1	0,001	-	0,027	74	74	100
<i>Amegilla</i> sp.2	0,001	-	0,005	16	16	100
<i>Amegilla</i> sp.3	-	0,011	0,003	29	29	100
<i>Euaspis erythros</i>	0,024	-	0,004	14	14	100
<i>Megachile</i> sp.	-	0,20	0,064	144	144	100
<i>Megachile rotundata</i>	-	0,095	0,0137	67	67	100
<i>Megachile eurymera</i>	-	0,021	0,005	34	34	100
<i>Melisia craboniformis</i>	0,061	-	0,011	49	49	100
<i>Acraea serena</i>	0,098	0,066	0,081	105	-	-
<i>Sphaerophoria scripta</i>	-	0,001	0,0005	13	13	100
<i>Belenois zochalia</i>	-	0,006	0,028	17	-	-
<i>Eurema hecabe</i>	-	0,095	0,002	64	-	-

**R<sub>1</sub>**: Indice de régularité 2021 [(P1/100) x (f1/100)] ; **R<sub>2</sub>**: Indice de régularité 2022 [(P2/100) x (f2/100)] ; **R<sub>T</sub>**: Indice de régularité 2021 et 2022 [(PT/100) x (fT/100)] ; **n<sub>t</sub>**: nombre total de visites ; **n**: nombre de visites ; **P**: pourcentage ; P1 : pourcentage de visites de l'insecte en 2021 ; f1 : fréquence journalier de visites de l'insecte 2021 ; P2: pourcentage de visites de l'insecte en 2022 ; f2 : fréquence journalier de visites de l'insecte en 2022 ; PT : pourcentage de visites de l'insecte en 2021 et 2022 ; fT : fréquence journalier de visites de l'insecte en 2021 et 2022.

### Influence de la teneur en sucre du nectar de *Hibiscus cannabinus* sur la variation des visites

La figure 6 présente la variation des visites en fonction de la teneur en sucres totaux du nectar de *H. cannabinus*. La teneur moyenne en sucres totaux du nectar de *H. cannabinus* est de 46,47 % (n = 47 ; s = 12,23). La corrélation entre le nombre de visites des insectes floricoles et la teneur en sucres totaux du nectar de *H. cannabinus* révèle une différence non significative ( $r = 0,15$  ; ddl = 1 ;  $P > 0,05$ ) en 2022.



**Figure 6.** Variation des visites en fonction de la teneur en sucres totaux du nectar de *H. cannabinus*

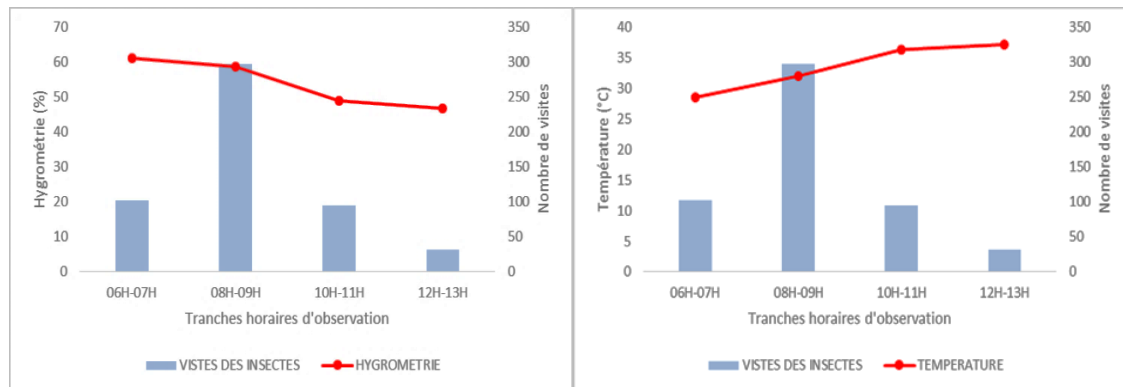
### Influence des facteurs climatiques sur la variation des visites

Les figures 7a,b présentent les variations des rythmes de visites en fonction de la variation de l'hygrométrie et de la température en 2021. Les figures 8a,b

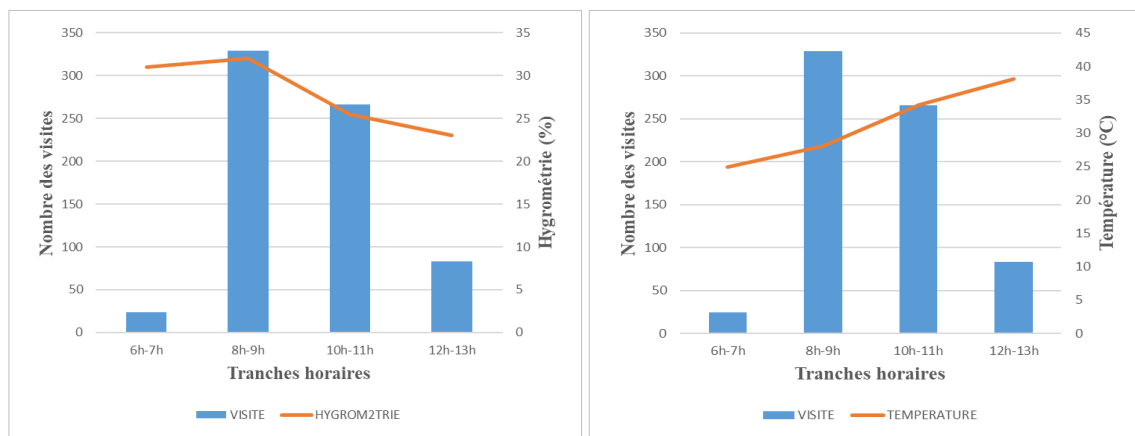
présentent les variations du nombre de visites en fonction de la variation de l'hygrométrie et de la température en 2022. Les corrélations entre le nombre de visite et la température ( $r = 0,41$  ; ddl = 1 ;  $P > 0,05$ ) et le nombre de visites et l'hygrométrie ( $r = 0,60$  ; ddl = 1 ;  $P > 0,05$ ) sont non significatives en 2021. De

même la corrélation entre le nombre de visites et la température ( $r = 0,04$  ;  $ddl = 1$  ;  $P > 0,05$ ) et la corrélation entre le nombre de visites et l'hygrométrie

( $r = 0,21$  ;  $ddl = 1$  ;  $P > 0,05$ ) sont également non significatives.



**Figure 7.** Evolution du nombre de visites d'insecte en fonction de l'hygrométrie (a) et de la température (b) à Guinlaye 2021



**Figure 8.** Evolution du nombre de visites d'insecte en fonction de l'hygrométrie (a) et de la température (b) à Guinlaye 2022

### Impact des insectes sur les rendements fruitier et grainier de *Hibiscus cannabinus*

Le tableau 8 présente le nombre de fleurs épanouies, le taux de fructification, la masse des capsules, la masse des graines par capsules, le nombre de graines par capsule, le nombre de graines normales et le pourcentage de graines normales obtenues dans les différents traitements. Il ressort de ce tableau que : (a) le taux de fructification a été de 95,56 % pour le traitement T1, 87,22 % pour le traitement T2 ; 92,22 % pour le traitement T1' ; 88,79 % pour le traitement T2'. La comparaison globale de ces quatre taux de fructification montre une différence très hautement significative ( $\chi^2 = 15,62$  ;  $ddl = 3$  ;  $P < 0,001$ ). La comparaison du taux de fructification de T1 et T2 montre une différence hautement significative entre les traitements T1 et T2 ( $\chi^2_{2021} = 4,42$  ;  $ddl = 1$ ,  $P <$

0,01) et une différence très hautement significative entre T1' et T2' ( $\chi^2_{2022} = 7,28$  ;  $ddl = 1$  ;  $P < 0,001$ ). Ce résultat pourrait s'expliquer par l'amélioration de la fructification de cette espèce végétale suite à la pollinisation entomophile. Ce résultat est en accord avec les travaux de Basga et al. (2019) qui ont révélé que les insectes floricoles amélioraient la formation des fruits de *G. hirsutum* de 27,53 %.

La contribution de l'ensemble des insectes sur le taux de fructification est de 7,65 % en 2021 et de 7,52 % en 2022. La contribution de l'ensemble des insectes sur le taux de fructification pour les deux années d'étude est de 7,58 %. De même Azo'o et al. (2012) et Pando et al. (2020), ont trouvé une contribution numérique des insectes floricoles sur le taux de fructification de 15,31 % et 9,33 % à Maroua respectivement.



**Tableau 8.** Rendements fruitier et grainier des différents traitements sur *Hibiscus cannabinus* à Guinlaye en 2021 et 2022

Traitements	Années	NFE	NCF	TF	MC	Graines /Capsule		NGC	NGN	%GN
						M	S			
T1	2021	180	172	95,56	1,02	0,69	0,16	20,42	3679	97,46
T2		180	157	87,22	0,98	0,60	0,12	18,08	2619	90,89
T3		60	53	88,33	0,91	0,63	0,16	18,91	806	92,38
T4		372411	346377	93,00	1,03	0,66	0,16	20,31	689000	96,98
T5		358258	314586	87,81	0,99	0,59	0,13	18,79	599500	88,86
T1'	2022	180	166	92,22	1,03	0,77	0,21	20,52	3572	95,35
T2'		180	160	88,79	0,97	0,71	0,15	18,89	2378	87,92
T3'		60	51	85	0,90	0,71	0,13	18,81	689	88,85
T4'		361250	319375	88,40	1,01	0,79	0,25	20,80	715000	97,67
T5'		362250	290163	80,10	0,95	0,73	0,16	18,60	650500	90,43

**NFE** : nombre de fleurs épanouies ; **NCF** : nombre de capsules formées ; **TF** : taux de fructification ; **MC** : masse moyenne des capsules ; **m** : masse moyenne des graines par capsule ; **s** : écart-type ; **NGC** : nombre de graines par capsule ; **NGN** : nombre de graines normales ; **%GN** : pourcentage de graines normales.

Le pourcentage de graines normales était de 97,46 % pour le traitement T1, 90,89 % pour le traitement T2 ; 95,35 % pour le traitement T1' et 87,92 % pour le traitement T2'. La comparaison globale de ces quatre pourcentages de graines normales montre une différence très hautement significative ( $\chi^2 = 22,19$  ; ddl = 3 ;  $P < 0,001$ ). La comparaison deux à deux de ces pourcentages montre que la différence est très hautement significative entre les traitements T1 et T2 ( $\chi^2_{2021} = 14,22$  ; ddl = 1 ;  $P < 0,001$ ), et très hautement significative entre les traitements T1' et T2' ( $\chi^2_{2022} = 7,98$  ; ddl = 1 ;  $P < 0,001$ ). Ces résultats signifieraient que les insectes floricoles, grâce à leurs activités de butinage, favorisent la formation des graines normales. L'impact des insectes sur la formation des graines normales est de 5,29 % en 2021 et de 7,03 % en 2022. Pour les deux années d'étude, l'impact des insectes sur la formation des graines normales est de 6,16 %. Kodji et al. (2021) qui ont trouvé que les insectes contribuaient à hauteur de 7,89 % dans la formation des graines normales de *G. hirsutum* à Maroua.

La masse de graines par capsule était de 0,69 g pour le traitement T1 ; 0,60 g pour le traitement T2 ; 0,77 g pour le traitement T1' et 0,71 g pour le traitement T2'. La comparaison globale de la masse moyenne des graines par capsule des différents traitements montre une différence hautement significative ( $F = 22,48$  ; ddl = 3 ;  $P < 0,01$ ). La comparaison deux à deux de la masse des graines par capsule montre une différence très hautement significative entre les traitements T1 et T2 ( $t_{2021} = 17,44$  ; ddl = 327 ;  $P < 0,001$ ), et T1' et T2' ( $t_{2022} = 26,54$  ; ddl = 306 ;  $P < 0,001$ ). La contribution de l'ensemble des insectes sur la masse moyenne des graines par capsule est de 10 % en 2021 et de 7,79 % en 2022. Pour les deux années d'étude, l'impact des insectes sur la masse moyenne des graines par capsule est de 8,89 %. Ce résultat pourrait s'expliquer par le fait que les insectes départ la pollinisation favorisent la formation des fruits avec des graines plus lourdes. Ces résultats sont largement supérieurs à ceux de Kingha et al. (2021) ont obtenu un pourcentage de

graines normales de *A. esculentus* attribuables aux insectes floricoles de 5,04 % en 2019 (saison pluvieuse), 3,34 % en 2020 (saison sèche) et 4,19 % pour les deux années cumulées. (b) Le taux de fructification a été de 93,00 % pour le traitement T4 ; 87,81 % pour le traitement T5 ; 88,40 % pour le traitement T4' ; 80,10 % pour le traitement T5'. La comparaison globale des taux de fructification des différents traitements en montre une différence non significative ( $\chi^2 = 7,75$  ; ddl = 3 ;  $P > 0,05$ ).

Le pourcentage de graines normales a été de 96,98 % pour le traitement T4 ; 88,86 % pour le traitement T5 ; 97,67 % pour le traitement T4' ; 90,43 % pour le traitement T5'. La comparaison globale des taux de fructification des différents traitements montre une différence est très hautement significative ( $\chi^2 = 25,68$  ; ddl = 3,  $P < 0,001$ ). La comparaison deux à deux de ces pourcentages montre une différence très hautement significative entre les traitements T4 et T5 ( $\chi^2_{2021} = 9,94$  ; ddl = 1 ;  $P < 0,001$ ). La comparaison deux à deux de ces pourcentages montre une différence très hautement significative entre les traitements T4' et T5' ( $\chi^2_{2022} = 15,24$  ; ddl = 1 ;  $P < 0,001$ ). La pollinisation entomophile favoriserait la formation des graines normales à l'hectare. La contribution numérique des insectes floricoles sur la formation des graines normales à l'hectare est de 8,34 % et de 7,41 % en 2021 et 2022 respectivement. La contribution numérique des insectes floricoles sur la formation des graines normales à l'hectare des deux années d'étude est de 7,87 %. Pando et al. (2020) à Maroua ont trouvé que les insectes floricoles augmentaient la formation des graines normales du gombo de 4,34 %.

Le masse de totale des graines a été de 356,76 Kg pour le traitement T4 ; 311,44 Kg pour le traitement T5 ; 323,13 Kg pour le traitement T4' ; 275,62 Kg pour le traitement T5'. Pour le compte des deux années d'étude, la masse totale des graines a été de 339,94 Kg pour le traitement laissé en libre pollinisation et de 293,53 Kg pour le traitement protégé des visites par la toile gaze. La comparaison deux à deux de la masse moyenne des graines à l'hectare du bloc laissé en libre

pollinisation et du bloc protégé de la visites des insectes révèle une différence très hautement significative ( $Z = 4,50$  ;  $ddl = 1$  ;  $P < 0,001$ ). La pollinisation entomophile favorise l'augmentation de la masse des graines à l'hectare. Ce résultat est en accord avec les travaux de Basga et al. (2019) qui ont montré que les insectes floricoles contribuaient sur l'augmentation de la masse des graines de *G. hirsutum* à Garoua de 34,48 % et de 38,45 % en 2010 et 2011 respectivement. La contribution des insectes floricoles sur l'augmentation de la masse des graines à l'hectare à Guinlaye est de 13,65 %.

### Impact des insectes floricoles sur la germination des graines

Le tableau 9 montre les résultats des différents paramètres du test de germination des graines de *H. cannabinus*. Il ressort de ce tableau que le pourcentage de germination, l'indice de germination et la valeur germinative des graines du traitement T1 en 2021 sont respectivement de : 82 % ; 16,4 et 1312,2. En 2022 (T1') ces mêmes valeurs étaient de 88 % ; 14,67 et 1392. Le pourcentage de germination, l'indice de germination et la valeur germinative des graines du traitement T2 en 2021 sont respectivement de : 79 % ;

15,58 et 1248,2. En 2022 (T2') ces mêmes valeurs étaient de 81 % ; 13,5 et 937,17. La valeur cumulée des deux années d'étude du pourcentage de germination, l'indice de germination et la valeur germinative de graines du traitement 1 sont respectivement de : 85 % , 15,53 et 1352,1. Pour le traitement 2, la valeur cumulée des deux années d'étude du pourcentage de germination, l'indice de germination et la valeur germinative de graines sont respectivement de : 80 % ; 14,58 et 1092,68. La comparaison des pourcentages de germination des traitements 1 et 2 révèle une différence très hautement significative ( $\chi^2 = 7,63$   $ddl = 1$  ;  $P < 0,001$ ). Ce résultat pourrait s'expliquer par le fait que la pollinisation entomophile augmenterait le pourcentage de germination des graines : les graines issues en libre pollinisation germent plus rapidement que celles protégées de la visite des insectes. La contribution des insectes floricoles sur le pourcentage de germination des graines est de 3,52 %. La comparaison des indices de germination ( $z = 0,73$  ;  $ddl = 1$  ;  $P > 0,05$ ) et la valeur germinative ( $z = 1,61$  ;  $ddl = 1$  ;  $P > 0,05$ ) des traitements laissés en libre pollinisation et ceux protégés de la visite des insectes révèle une différence non significative.

**Tableau 9.** Test de germination des graines issues des traitements 1 et 2 de *Hibiscus cannabinus* à Guinlaye

Traitements	Test de germination					
	Années	Ng	NgG	PG	IG	VG
T1	2021	100	82	82	16,40	1312,20
T2		100	79	79	15,58	1248,20
T1'	2022	100	88	88	14,67	1392
T2'		100	81	81	13,50	937,17

**Ng**: nombre de graines ; **NgG**: nombre de graines germées ; **PG**: pourcentage de germination ( $NgG / NgT \times 100$ ) ; **IG** : indice de germination ( $NCgG / J$ ) ; **VG** : valeur germinative ( $IGMax \times (NTgG / J)$ ) ; **NgT** : nombre graines total ; **NCgG** : nombre cumulé de graines germées ; **IGMax** : indice germinative maximale ; **J** : nombre de jours de l'expérimentation

### CONCLUSION

Dix-huit espèces d'insectes réparties dans trois ordres visitent les fleurs de *Hibiscus cannabinus* pour la récolte du nectar et/ou du pollen. L'ordre le plus représenté est celui des Hyménoptères avec 13 espèces, suivi des Lépidoptères avec trois espèces, ensuite de Diptères avec deux espèces. Ces insectes butinent les fleurs de cette Malvaceae de 6 h à 13 h, avec un pic d'activité situé entre 8 h et 9 h, pour un pourcentage de visites de 50,65 % des visites observées à cette tranche horaire. Les insectes floricoles augmentent le taux de fructification, et le pourcentage de graines normales de 7,58 % et 6,16 % respectivement. La contribution numérique des insectes sur la masse des graines à l'hectare et le pourcentage de germination des graines est respectivement de 13,65 % et 7,87 %.

### REFERENCES

Arbaoui, S., Campanella, B., Paul, R., & Bettaieb, B. (2014). Données ethnobotaniques,

pharmacologiques et agro-industrielles sur une plante prometteuse : le kénaf (*Hibiscus cannabinus* L.). *Ethnopharmacologie/Ethnobotanique*, Lavoisier SAS, 292-296. <https://doi.org/10.1007/s10298-014-0858-212>

Angbanyere & Matthew, A. I. R. E. (2014). The effect of pollinators and pollination on fruit set and fruit yields of okra (*Abelmoschus esculentus* (L) Moench) in the forest region of Ghana. *Thèse de doctorat, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, College of Science*. 103 p. <https://doi.org/10.9734/AJEA/2014/7412>

Azo'o, E. M., Madi, A. S., Tchuenguem, F. F.-N., & Messi, J. (2012). The importance of single floral visit of *Eucara macrognatha* and *Tetralonia fraterna* (Hymenoptera: Apidae) in the pollination and the yields of *Abelmoschus esculentus* in Maroua, Cameroun. *Journal of Agriculture Research*, 7(18):2853-2857 <https://doi.org/10.5897/AJAR12.359>

Basga, E., Fameni, T.S., Otiobo, A.E.N., Tchuenguem, F.F.-N. (2019). Efficacité

- pollinisatrice de *Apis mellifera* Linné (Hymenoptera: Apidae) sur les fleurs de *Gossypium hirsutum* (Malvaceae) à Djamboutou (Garoua, Cameroun). *Journal of Applied Biosciences* 138 : 14123 – 14136. <https://doi.org/10.4314/Jab.V138i.11>
- Benachour, K. (2008). Diversité et activité pollinisatrice des abeilles (Hymenoptera: Apidae) sur les plantes cultivées. Thèse de Doctorat en Sciences ; Université de Mentouri de Constantine (Algérie), 33-35. <https://bu.umc.edu.dz>
- Brink, M., and Escobin, R.P. (2003). Plants Resources of South- East Asia 156-162pp. <https://doi.org/10.1021/np0682289>
- Bukenya-Ziraba, R. (2004). *Hibiscus cannabinus* L. Fiche de Protabase. Grubben G.J.H. & Denton O.A. (Editeurs). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, 235 p. <http://database.prota.org/>
- Bukenya-Ziraba, R. (2011). *Hibiscus cannabinus* L. [Internet] Fiche de PROTA4U. Brink. M. & Achigan-Dako, E.G. (Editeurs). 52(4): I -28. <https://www.ethnopharmacologia.org/>
- Bukenya-Ziraba, R. (2015). *Hibiscus cannabinus* L. « <https://www.prota4u.org/search.asp/> » Consulté le 13 Mai 2017.
- Dajoz, R. (2000). Précis d'écologie. Dunod, Paris. 615 p. <https://www.scirps.org/>
- Dajoz, R. (2008). La biodiversité : l'avenir de la planète et de l'homme. Ellipses, Paris. 275 p. <https://www.decitre.fr/>
- Delaplane, K.S., Danka, A. R., Breitau, G.M., Garibaldi, L. A., Godwin, R.M., Hormaza, J. (2013). Standard methods for pollination research with *Apis mellifera*. *Journal of apiculture research*, 52(4): I -28. <https://dx.doi.org/10.3896/IBRA.1.52.4.12/>
- Diguir, B., Pando, J.B., Fameni, T. S., et Tchuenguem, F.F-N. (2020). Pollination Efficiency of *Dactylurina Staudingeri* (Hymenoptera: Apidae) on *Vernonia Amygdalina* (Asteraceae) Florets at Dang (Ngaoundéré, Cameroon). *International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences (IJRSAS)*, 2020; 6(2), pp.22-31, <http://dx.doi.org/10.20431/24546224.0602004>
- D.S.C.E. (2009). Document de Stratégie pour la Croissance et l'Emploi. MINEPAT, Yaoundé, Cameroun. 112 p. <https://www.afdb.org/>
- Free, J.B. (1993). Insect Pollination of Crops. Academic Press. London, UK. 152 p. <https://www.fao.org/>
- George, R.A.T. (1989). Vegetable seed production. Longman scientific and technical. London and New-York. 318 p. <https://www.researchgate.net>
- Jaccard, P. (1908). Nouvelles Recherches sur la distribution florale. Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles, 44 : 223-270. <https://doi.org/10.5169/seals-268384>
- Jacob-Rémacle, A. (1989). Comportement de butinage de l'abeille domestique et des abeilles sauvages dans les vergers de pommiers en Belgique. *Apidologie* 20: 271-285. <https://hal.science/>
- Kayembe, P.K. (2015). Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) fiber yield and quality as affected by water, nitrogen, plant population and row spacing 231 p. <https://repository.up.ac.za/>
- Kengni, B.S., Tchuenguem, F.F-N., Ngakou, A. (2015). Impact of the foraging activity of *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera: Apidae) and Bradyrhizobium fertilizer on pollination and yield components of *Glycine max* L. (Fabaceae) in the field. *International Journal of Biological Research*, 3 (2): 64 – 71. <https://doi.org/10.14419/ijbr.V3i2.5211>
- Kingha, T.B.M., Adamou, M., Youssoufa, O., Yatahaï, C.M., Tchuenguem F.F-N. (2021). Activité de butinage et de pollinisation de *Apis mellifera* (Hymenoptera : Apidae) sur les fleurs de *Abelmoschus esculentus* (Malvaceae) à Garoua (Nord, Cameroun). *Cameroon Journal of Biological and Biochemical Sciences* 2021, Vol 29, Serie 2, 62-76 ISSN 1011-6451/CJBBS.2021. <https://www.camjournal.scom/>
- Kodji, I.I., Kengni, B.S., Fameni T.S., and Tchuenguem, F.F-N. (2021). Pollination Efficiency of *Amegilla calens* (Hymenoptera: Apidae) on *Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae) Variety L457 Flowers at Meskine (Maroua, Cameroon). *Agricultural Sciences*, 12, 1150-1167. <https://doi.org/10.4236/as.2021.1210074>
- Klein, A.M., Vaissière, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society, London (B)* 274: 303-313. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>
- Nyam, K.L., Sin, L.N., and Kamariah, L. (2015). Phytochemical analysis and anti-inflammatory effect of kenaf and Roselle seeds. *Mal J. Natur* 22(2): 245-254. <https://www.researchgate.net/>
- Otiobo, A.E.N, Tchuenguem, F.F-N., and Djieto-Lordon, C. (2016). Diversité de l'entomofaune floricole de *Sesamum indicum* (Pedaliaceae) et son impact sur les rendements fruitiers et grainiers à Bambui (Nord - Ouest, Cameroun). *International journal of Biological and Chemical Sciences*, 10 (1): 106 – 119. <https://www.ifg.dg.org/>
- Pando, J.B., Djonwangwé, D., Balti, M.O., Tchuenguem, F.F-N., and Tamesse, J.L. (2018). Insect floral visitors of pigeon pea (*Cajanus cajan* L. Millsp.) and impact of the foraging activities on the pollination, pod and seed yields at Maroua - Cameroon. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*. 12(4): 48. <https://www.innspub.net/>

- Pando, J.B., Djonwangwé, D., Balti, M.O., Tchuenguem, F.F-N., & Tamesse, J.L. (2019). Insect pollinator and productivity of Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.1917) at Maroua, Far North, Cameroon. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 4 : 117- 129. <https://doi.org/10.30574/wajarr.2019.4.2.010>
- Pando, J.B., Djonwangwé, Balti, M.O., Tchuenguem, F.F-N., & Tamesse, J.L. (2020). Diversité des insectes floricoles de *Abelmoschus esculentus* (Malvaceae) et leur impact sur les rendements fruitier et grainier à Maroua-Cameroun. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 43; 17350-7365. <https://doi.org/10.35759/JANmPISci.V43-1.2>
- Pitel, J.A., Cheliak, W.M., & Wang, B.S.P. (1989). Some biochemical changes associated with stratification and germination of basswood seeds. *Seed Science and Technology*, 17 :5771. <https://www.fs.usda.gov/>
- Tamargo, M.A., and Jones, M.D. (1954). Natural cross-fertilization of kenaf. *Am. Soc. Agron. J.* 46,456-459. <https://doi.org/10.2134/agromj1954.000219620.046001>
- Tchuenguem, F.F-N. (1993). Activité des insectes anthophiles et son impact sur les rendements de deux plantes cultivées au Cameroun : *Zea mays* LINNE (Gramineae) et *Arachis hypogaea* LINNE (Papilionaceae). Thèse de Doctorat de 3<sup>eme</sup> cycle, Faculté de Sciences, Université de Yaoundé 1,133 p. <https://doi.org/10.4236/ojog.10993.813145>
- Tchucnguem, F.F-N., Messi, J., & Pauly, A. (2001). Activité de *Meliponula erylhra* sur les fleurs de *Dacryodes edulis* et son impact sur la fructification. *Fruits*. 56 : 179-188. <https://doi.org/10.1017/51742758414000307>
- Tchuenguem, F.F-N. (2005). Activité de butinage et de pollinisation de *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera : Apidae, Apinae) sur les fleurs de trois plantes à Ngaoundéré (Cameroun) : *Callistemon rigidus* (Myrtaceae), *Syzygium guineense* var. macrocarpum (Myrtaceae) et *Voacanga africana* (Apocynaceae). Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Yaoundé 1, 103 p. <https://scirp.org>
- Tchuenguem, F.F-N, Pando, J.B., and Tamesse J.L. (2014). Pollination efficiency of *Xylocopa olivacea* (Hymenoptera: Apidae) on *Cajanus cajan* (Fabraceae) flowers at Yaounde. Cameroon. *International Journal of Tropical Insect Science*, 33: 138-148. <https://doi.org/10.1017/51742758414000307>
- Roubilk, D.W. (1989). Ecology and Natural History of Tropical bees. New-York: *Cambridge University Press* 46, 456-59. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511574641>
- Roubik, D.W. (2000). Pollination system stability in Tropical America. *Conservative Biology*, 14:1235-1236. <https://doi.org/10.1046/J.15231739.2000.00016x>
- Webber, C., Harbans, L., and Venita, K. (2002). Kenaf production: fiber, feed and seed. Trends in new crops and newuses.p.13. <https://www.semarbcscholar.org>

Read online:



Scan this QR code with your smart phone or mobile device to read online.