



Research Article

Cameroon Journal of Biological and Biochemical Sciences 2021, Vol 29, Serie 2, 62-76

ISSN 1011-6451/CJBBS.2021. Submission (January 2021), Accepted (June 2021), Published Online (July 2021)
(www.camjournal-s.com)

ACTIVITE DE BUTINAGE ET DE POLLINISATION DE *APIS MELLIFERA* (HYMENOPTERA : APIDAE) SUR LES FLEURS DE *ABELMOSCHUS ESCULENTUS* (MALVACEAE) A GAROUA (NORD, CAMEROUN)

Foraging and pollination behavior of *Apis mellifera* (Hymenoptera : Apidae) on

***Abelmoschus esculentus* (Malvaceae) flowers in Garoua (North, Cameroon)**

KINGHA TEKOMBO Bernice Mireille^{1*}, ADAMOU Moïse², YOUSOUFA OUSMANA¹, YATAHAÏ Clément MINEO¹ & TCHUENGUEM FOHOUE Fernand-Nestor¹

¹ Laboratoire de Zoologie Appliquée, Département des Sciences Biologiques, Faculté des Sciences, Université de Ngaoundéré, BP 454, Ngaoundéré, Cameroun.

² Faculté de Médecine et des Sciences Biomédicales de Garoua, Université de Ngaoundéré, BP 454 Ngaoundéré, Cameroun.

*Auteur correspondant, E-mail: bernice2905@yahoo.fr ; Tél : (+237) 674 283 182

Résumé

Pour évaluer l'impact de *Apis mellifera* sur la production fruitière et grainière de *Abelmoschus esculentus*, les activités de butinage et de pollinisation des ouvrières au niveau des fleurs ont été étudiées de août à novembre 2019 (saison pluvieuse) et de janvier à mai 2020 (saison sèche) à Bocklé, Région du Nord au Cameroun. Pour chacune de ces années, 540 boutons floraux ont été étiquetés sur 120 plantes réparties en quatre traitements : 120 fleurs laissées en libre pollinisation ; 120 fleurs protégées des insectes ; 200 fleurs limitées aux visites exclusives de *Ap. mellifera* ; 100 fleurs protégées puis découvertes quand elles étaient épanouies et protégées à nouveau, sans visite d'insecte ou de tout autre organisme. Le taux de fructification, le nombre moyen de graines par fruit et le pourcentage de graines normales ont été comparés entre ces traitements. Les résultats montrent que sur 14 espèces d'insectes recensées sur les fleurs du gombo, *Ap. mellifera* occupait la première position avec 57,20 % des 507 visites et récoltait fortement du pollen et faiblement du nectar en saison pluvieuse qu'en saison sèche. La vitesse moyenne de butinage était de 20,35 fleurs / min. Via son efficacité pollinisatrice sur *Ab. esculentus*, *Ap. mellifera* a augmenté le taux de fructification de 6,91 % et le nombre moyen de graines par fruit de 18,85 %. L'installation des colonies de *Ap. mellifera* à proximité des plantations de *Ab. esculentus* est conseillée pour améliorer les rendements fruitiers et grainiers de cette Malvacée.

Mots clés : *Apis mellifera*, *Abelmoschus esculentus*, pollinisation, rendements, Bocklé.

Abstract

To assess the impact of *Apis mellifera* on fruit and seed production of *Abelmoschus esculentus*, the foraging and pollination activities of honeybee workers on flowers were studied from August to November 2019 (rainy season) and from January to May 2020 (dry season) in Bocklé, Northern Region in Cameroon. For each season, 540 flower at bud stage were labelled on 120 plants divided into four treatments: 120 flowers left freely pollinated; 120 bagged flowers; 200 flowers limited visits to *Ap. mellifera* only and 100 flowers protected and then unprotected when they were bloomed and protected again, without any insects or any other organism's visits. The fruiting rate, the mean number of seeds per fruit and the percentage of normal seeds were compared between these treatments. The results show that of 14 insect species recorded on okra flowers, *Ap. mellifera* ranked first with 57.20 % of 507 visits and highly collected pollen and slightly nectar in the rainy season than in the dry season. The mean foraging speed was 20.35 flowers per min. Through its pollinating efficiency on *Ab. esculentus*, *Ap. mellifera* increased the fruiting rate by 6.91 % and the mean number of seeds per fruit by 18.85 %.

%. Therefore, the installation of *Ap. mellifera* hives near the plantations of *Ab. esculentus* is recommended to improve the fruit and grain yields of this Malvacée.

Keywords: *Apis mellifera*, *Abelmoschus esculentus*, pollination, yields, Bocklé

INTRODUCTION

Abelmoschus esculentus (L.) Moench, communément appelée gombo, est une Malvaceae cultivée comme légume dans des régions tropicales et méditerranéennes (Hamon, 1988). Elle est une plante exceptionnelle et originale car toutes ses parties (racines, tiges, feuilles, fruits et graines) sont valorisées sur le plan alimentaire, médicinal, artisanal et industriel (Marius *et al.*, 1997). Les fruits du gombo consommés crus, cuits ou frits et riches en calcium et en vitamine C (Marius *et al.*, 1997) possèdent aussi des propriétés anti-inflammatoires (Charrier, 1983). C'est une herbacée annuelle à port érigé, atteignant 4 m de hauteur, plus ou moins fortement ramifiée (Siemonsma *et al.*, 2004). Ses fleurs de couleur crème-jaune avec une coloration rouge à la base des cinq pétales libres (Hamon, 1988) sont épanouies à l'aube et attirent les insectes qui font partie de ses principaux agents pollinisateurs (Njoya *et al.*, 2005 ; Pando *et al.*, 2020). Ces arthropodes sont responsables de la pollinisation de près de 90 % des espèces végétales cultivées (IPBES, 2016). L'abeille domestique (*Apis mellifera*) est la plus connue de tous ces insectes pollinisateurs et joue un rôle positif fondamental dans la production des aliments (FAO, 2016). La disparition des populations de cette abeille peut s'accompagner d'une baisse de service de pollinisation et dont de la production alimentaire (Vaissière, 2016), accentuant ainsi l'insécurité alimentaire (FAO, 2016).

Malgré le rôle positif et significatif de ces organismes dans l'augmentation des rendements quantitatifs et qualitatifs de nombreuses cultures, leur exploitation est ignorée par la plupart des agriculteurs africains (OBPE, 2017). Au Cameroun en particulier, la demande nationale du gombo est estimée à 60 384 tonnes, alors que la production estimée à 47 169 tonnes demeure faible, dont l'insuffisance des connaissances sur les relations entre cette essence et les insectes floricoles dans les différentes Régions peut être l'une des principales causes (MINADER, 2012).

Avant nos travaux, les données publiées sur les relations entre *Ab. esculentus* et les insectes floricoles sont celles fournies par les investigations de Angbanyere & Matthew (2012) au Burkina Fasso, de Azo'o *et al.* (2011; 2012), Njoya *et al.* (2005) et de Pando *et al.* (2020) au Cameroun, de Angbanyere & Baidoo (2014) au Ghana, de Crane (1991) et de Free (1993) en Inde. Au Cameroun la

demande nationale du gombo est estimée à 60 384 tonnes, alors que la production estimée à 47 169 tonnes demeure faible, à cause notamment de l'insuffisance des connaissances sur les relations entre cette essence et les insectes floricoles dans les différentes Régions (MINADER, 2012). Cependant il n'existe pas à notre connaissance des données publiées sur les relations entre *Ab. esculentus* et les insectes floricoles à Garoua au Cameroun. De plus, l'entomofaune floricole et l'impact des insectes sur la pollinisation et les rendements d'une espèce végétale peuvent varier avec l'espace et le temps (Roubik, 2000 ; Tchuengem, 2005) ; d'où la nécessité de mener d'autres travaux pour compléter les données existantes.

Le présent travail est une contribution à la connaissance des relations entre *Ab. esculentus* et *Ap. mellifera*, pour leur gestion optimale au Cameroun. Il vise cinq principaux objectifs spécifiques : (a) déterminer la place de *Ap. mellifera* dans l'entomofaune floricole de *Ab. esculentus* ; (b) étudier l'activité de cet insecte au niveau des fleurs du gombo ; (c) estimer la valeur apicole de cette plante ; (d) déterminer l'influence des insectes anthophiles dont *Ap. mellifera* sur la pollinisation et la production de cette Malvaceae ; (e) évaluer l'efficacité pollinisatrice de *Ap. mellifera* sur *Ab. esculentus*.

I. MATERIEL ET METHODES

I.1. Matériel

I.1.1. Site d'étude

Les travaux de terrain ont été effectués d'août à novembre 2019 (saison pluvieuse) et de Janvier à Mai 2020 (saison sèche) à Bocklé, Arrondissement de Garoua 3^{ème}, Département de la Bénoué, Région du Nord au Cameroun. Cette région appartient à la zone agro-écologique dite des hautes savanes guinéennes (Amougou *et al.*, 2015). Le climat est tropical du type soudanien, caractérisé par deux saisons : une saison des pluies de cinq mois (mai à septembre) et une saison sèche de sept mois (octobre à avril) (PCD, 2011).

La station d'étude (Figure 1) était une aire rectangulaire de 437 m² centrée sur un point dont les coordonnées géographiques sont les suivantes: latitude = 9° 17' 29,6412''N ; longitude = 13° 25' 3,9738''E ; altitude = 164 m. Ces coordonnées ont été prises à l'aide d'un téléphone de marque Tecno K9.

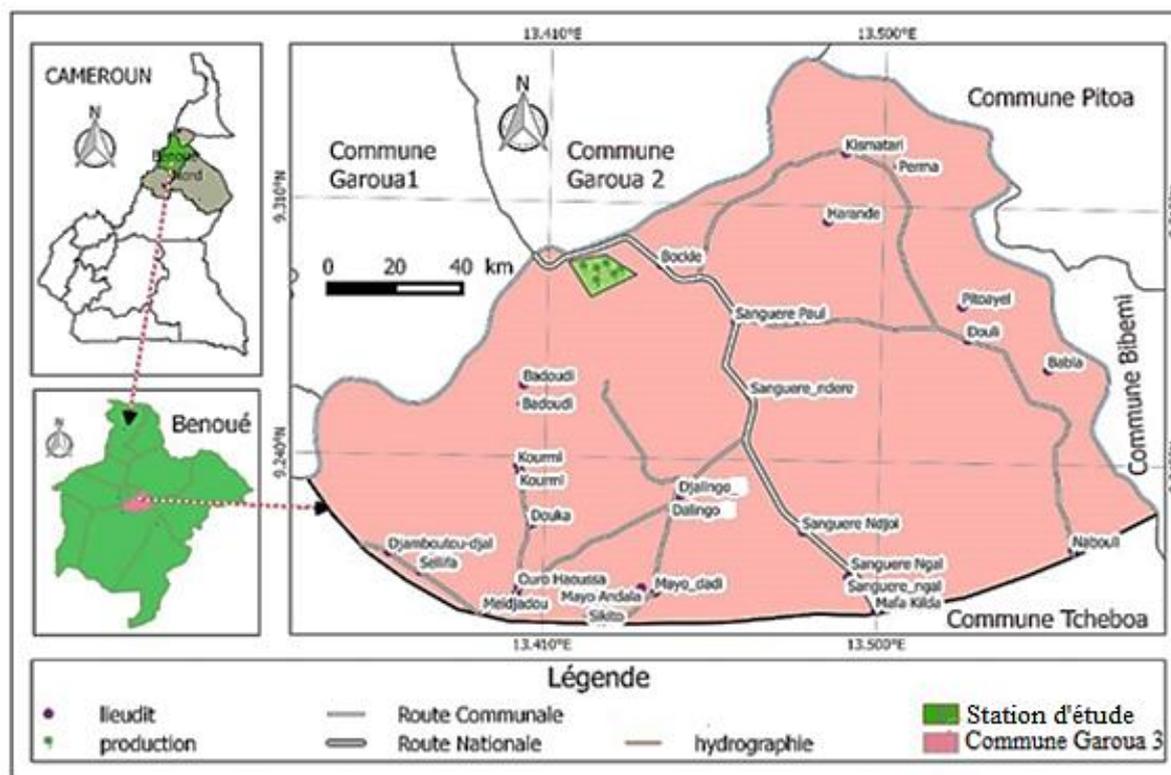


Figure 1 : Carte de localisation de la station d'étude [Source : Base de donnée SOGEFI 2018, Enquête de terrain 2019 (Logiciel : Qgis, Google earth)].

I.1.2. Matériels biologiques

Le matériel végétal était constitué des graines de *Ab. esculentus* achetées à Garoua dans une boutique de vente des semences agricoles et des diverses espèces végétales situées à proximité de la parcelle expérimentale et qui étaient en fleurs en même temps que *Ab. esculentus*. A l'exception des abeilles *Ap. mellifera*, le matériel animal était constitué des espèces d'insectes naturellement présentes dans l'environnement du site d'étude.

I.2. Méthodes

I.2.1. Préparation, semis et entretien de la parcelle expérimentale

Du 04 au 17 août 2019 (saison pluvieuse) et du 20 au 31 janvier 2020 (saison sèche), une parcelle de 437 m² a été délimitée, défrichée, labourée, clôturée et divisée en huit sous-parcelles de 8 m de longueur et 4,5 m de largeur chacune, séparées les unes des autres par des allées de 1 m de largeur ; la parcelle était bordée d'une allée centrale de 1 m de largeur. Les semis ont été faits, en ligne sur les sous-parcelles, à raison de six lignes par sous-parcelle. Les graines ont été semées à raison de trois graines par poquet, l'espacement étant de 50 cm sur les lignes et de 75 cm entre les lignes. De la germination survenue le 21 août 2019 (saison pluvieuse) et 09 janvier 2020 (saison sèche) à l'épanouissement des premières fleurs le 09 octobre

2019 (saison pluvieuse) et le 23 Mars 2020 (saison sèche), les opérations d'entretien de la parcelle ont consisté notamment au sarclage régulier à la houe, toutes les deux semaines. Le désherbage a été fait à la main de l'apparition des premières fleurs à la maturité des fruits. Le démariage a été fait deux semaines après la germination ; seules les deux plantes les plus vigoureuses ont été conservées par poquet.

I.2.2. Détermination du mode de reproduction de *Abelmoschus esculentus*

A Bocklé le 08 octobre 2019 (saison pluvieuse) comme le 23 Mars 2020 (saison sèche), 480 fleurs au stade bouton ont été étiquetées à raison de 15 pieds par sous-parcelle respectivement et deux traitements constitués :

- traitement 1 (saison pluvieuse 2019) ou 3 (saison sèche 2020) : 240 fleurs étiquetées et laissées en libre pollinisation et sur lesquelles aucune capture d'insectes n'a été faite (Figure 2) ;
- traitement 2 (saison pluvieuse 2019) ou 4 (saison sèche 2020) : 240 fleurs étiquetées et protégées des insectes à l'aide des sachets en toile gaze de mailles 1 mm² (Figure 3) (Tchuengem 2005).

A la récolte, le nombre de fruits formés dans chaque traitement a été compté et l'indice de

fructification (Ifr) a été calculé à l'aide de la formule ci-après : $Ifr = (Fa / Fb)$ où Fb est le nombre de fruits formés et Fa le nombre de fleurs viables initialement portées (Tchuenguem *et al.*, 2001).

Pour chaque année d'observation, la différence entre les indices de fructification des deux traitements a permis de calculer les taux



Figure 2 : Fleur de *Abelmoschus esculentus* étiquetée et laissée en libre pollinisation à Bocklé en 2019.

I.2.3. Détermination de la place de *Apis mellifera* dans l'entomofaune floricole de *Abelmoschus esculentus*

Les observations ont été effectuées tous les jours, du 09 au 15 octobre 2019 (saison pluvieuse) et du 23 au 27 mars 2020 (saison sèche) sur les fleurs des traitements 1 et 3, suivant six tranches horaires journalières : 6 - 7 h, 8 - 9 h, 10 - 11 h, 12 - 13 h, 14 - 15 h et 16 - 17 h. Nous passons une fois sur chaque fleur des traitements 1 ou 3 pendant chacune de ces tranches horaires. A chaque passage, les différents insectes rencontrés sur les fleurs épanouies étaient identifiés et comptés. Les insectes n'ayant pas été marqués, les résultats cumulés ont été exprimés par le nombre de visites (Tchuenguem, 2005). Les données obtenues ont permis de déterminer la fréquence de chaque espèce d'insecte (F_i) dans l'entomofaune floricole de *Ab. esculentus* (Tchuenguem, 2005). Pour une année d'investigation, la fréquence des visites de l'insecte i sur les fleurs de *Ab. esculentus* (F_i) est calculée à l'aide de la formule ci-après : $F_i = [(V_i / V_t) * 100]$, où V_i est le nombre de visites de l'insecte i sur les fleurs du traitement aux fleurs libres et V_t le nombre de visites de tous les insectes sur ces mêmes fleurs (Tchuenguem *et al.*, 2001).

I.2.4. Etude de l'activité de *Apis mellifera* au niveau des fleurs de *Abelmoschus esculentus*

Pour le produit floral récolté, Il s'agissait de noter si sur une fleur, l'abeille récolte le pollen, le nectar ou ces deux substances à la fois. Une butineuse qui plonge sa trompe au fond de la corolle est une récolteuse du nectar ; lorsqu' à l'aide de ses mandibules et de ses pattes elle gratte les anthères, il s'agit d'une butineuse de pollen (Jean-

d'allogamie (TC) et d'autogamie (TA) selon les formules ci-après (Demarly, 1977).

$TC = \{[(IfrX - IfrY) / IfrX] * 100\}$, où $IfrX$ et $IfrY$ sont les indices de fructification dans le traitement libre (traitement X) et dans le traitement protégé (traitement Y) respectivement ;

$$TA = [100 - TC].$$



Figure 3 : Fleur de *Abelmoschus esculentus* étiquetée et protégée des insectes à l'aide d'un sachet en toile gaze à Bocklé en 2019.

Prost, 1987). Les produits floraux prélevés étaient systématiquement notés, lors de l'enregistrement de la durée des visites par fleur, par un signe distinctif sur la durée correspondante (Tchuenguem, 2005).

Les abondances des butineuses (plus grand nombre de butineuses de *Apis mellifera* simultanément en activité) sur une fleur et sur 1000 fleurs ont été enregistrées aux mêmes dates que la fréquence des visites et selon six tranches horaires journalières : 7 - 8 h, 9 - 10 h, 11 - 12 h, 13 - 14 h, 15 - 16 h et 17 - 18 h, à raison d'au moins cinq valeurs par tranche horaire, lorsque l'activité de *Ap. mellifera* le permettait. Les abondances par fleur ont été enregistrées à la suite des comptages directs (Tchuenguem *et al.*, 2001). Pour l'abondance par 1000 fleurs, les individus de *Ap. mellifera* ont été comptés sur un nombre connu de fleurs épanouies ; l'abondance par 1000 fleurs (A_{1000}) était ensuite calculée à l'aide de la formule suivante :

$A_{1000} = [(A_x / F_x) * 1000]$, où F_x et A_x sont respectivement le nombre de fleurs épanouies et le nombre de butineuses effectivement comptées sur F_x à l'instant x (Tchuenguem, 2005). Les durées de visites par fleur pour la récolte de 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 (Tchuenguem, 2005). Le comportement de *Ap. mellifera* lors du prélèvement du pollen ou du nectar a été noté par des observations rigoureuses des ouvrières au niveau des fleurs (Tchuenguem, 2005). La vitesse de butinage qui correspond au nombre de fleurs visitées par *Ap. mellifera* en une minute (Jacob-Remacle, 1989) a été

enregistrée. Dès qu'une ouvrière de *Ap. mellifera* se posait sur une fleur, le chronomètre préalablement mis à zéro était déclenché et le nombre de fleurs visitées était compté, au fur et à mesure que l'insecte passait d'une fleur à l'autre sur la même espèce végétale. Le chronomètre était arrêté dès que cette abeille était perdue de vue ou qu'elle quittait la fleur de l'espèce végétale étudiée pour une autre plante. La vitesse de butinage (V_b) est calculée à l'aide de la formule suivante (Tchuenguem, 2005) :

$V_b = [(Fi / di) * 60]$, où di est la durée donnée par le chronomètre (en secondes) et Fi est le nombre de fleurs correspondant à di (Tchuenguem, 2005).

I.2.5. Estimation de la valeur apicole de *Abelmoschus esculentus*

La valeur apicole de *Ab. esculentus* a été évaluée à l'aide des données sur l'intensité de floraison et l'attractivité des ouvrières de *Ap. mellifera* vis-à-vis du pollen et du nectar de cette essence.

I.2.6. Evaluation de l'impact de *Apis mellifera* sur la pollinisation de *Abelmoschus esculentus*

Ce paramètre a été relevé lors de l'étude de la durée des visites. Il s'agissait de noter pendant la récolte du pollen et du nectar, le nombre de fois que le corps de *Ap. mellifera* rentre en contact avec le stigmate de la fleur visitée (Tchuenguem, 2005). Ceci permet de mettre en évidence les possibilités d'intervention des insectes dans l'auto pollinisation et la pollinisation croisée de *Ab. esculentus*.

I.2.7. Evaluation de l'impact des insectes floricoles dont *Apis mellifera* sur les rendements de *Abelmoschus esculentus*

Pour chaque année d'observation, Parallèlement à la mise en place des traitements 1 (2019) (saison pluvieuse) ou 3 (2020) (saison sèche) et 2 (2019) (saison pluvieuse) ou 4 (2020) (saison sèche), 300 boutons floraux ont été étiquetés et deux traitements constitués :

- traitement 5 (saison pluvieuse 2019) ou 7 (saison sèche 2020) : 200 fleurs étiquetées au stade bouton et protégées des insectes, puis découvertes quand elles sont épanouies, visitées une fois par *Ap. mellifera* et de nouveau protégées. Dès l'épanouissement de chaque fleur du traitement 5 ou 7, la toile gaze était délicatement enlevée, pendant la période journalière d'activité optimale des insectes (entre 8 h et 9 h pour les deux années d'étude) et la fleur laissée en libre pollinisation observée pendant une à dix minutes, pour noter une visite éventuelle par *Ap. mellifera*. Après cette opération, la fleur était à nouveau protégée et n'était plus manipulée. Les fleurs qui n'avaient pas été visitées, étaient comptées parmi celles du traitement 6 (saison pluvieuse

2019) ou 8 (saison sèche 2020) (Tchuenguem et al., 2009).

- traitement 6 (saison pluvieuse 2019) ou 8 (saison sèche 2020) : 100 fleurs étiquetées au stade bouton et protégées puis découvertes, et de nouveau protégées sans visite d'insecte ou de tout autre organisme. dès l'épanouissement de chaque fleur, la toile gaze était délicatement enlevée, et la fleur laissée en libre pollinisation était observée pendant une à dix minutes, en évitant la visite par un insecte ou tout autre organisme. Après cette manipulation, la fleur était de nouveau protégée et n'était plus manipulée (Djakbé et al., 2017).

A la maturité des fruits, la récolte a été faite et leur nombre ont été compté dans les traitements 5, 6 (saison pluvieuse 2019), 7 et 8 (saison sèche 2020).

L'évaluation de l'impact des insectes floricoles dont *Ap. mellifera* était basée sur l'impact des insectes anthophiles sur la pollinisation, l'impact de la pollinisation anthophile sur la fructification et la comparaison des rendements fruitiers (taux de fructification) et grainiers (nombre moyen de graines par fruit et pourcentage de graines normales) des traitements 1, 2, 6 (2019) (saison pluvieuse) et 3, 4, 8 (2020) (saison sèche).

Pour chaque année d'étude, Le taux de fructification dû à l'influence des insectes floricoles (P_i) a été évalué à l'aide de la formule ci-après :

$$P_i = \{[(F_A - F_D) / F_A + F_B - F_D] * 100\}$$

où F_A , F_B et F_D sont les taux de fructification dans les traitements A (fleurs en libre pollinisation), B (fleurs protégées des insectes) et D (fleurs protégées, puis à découverte et à nouveau protégées sans visite d'insectes ou de tout autre organisme) (Diguir et al., 2020).

Pour un traitement x , le taux de fructification (F_x) est :

$$F_x = [(\text{nombre de fruits formés} / \text{nombre de fleurs étiquetées}) * 100] \text{ (Tchuenguem, 2005).}$$

Le pourcentage du nombre de graines par fruit et le pourcentage des graines normales dû aux insectes floricoles ont été calculés à de la même formule que pour le taux de fructification (Diguir et al., 2020).

I.2.8. Estimation de l'efficacité pollinisatrice de *Apis mellifera* sur *Abelmoschus esculentus*

Les contributions de *Ap. mellifera* dans le taux de fructification, le pourcentage du nombre moyen de graines par fruit et le pourcentage des graines normales ont été calculées en utilisant les données des traitements 5 et 6 pour 2019 (saison pluvieuse), puis 7 et 8 pour 2020 (saison sèche). Pour chaque année d'observation, Le taux de fructification attribuable à *Ap. mellifera* (P_i) a été calculé à l'aide de la formule suivante :

$P_i = \{[(F_C - F_D) / F_C] * 100\}$ où F_C et F_D sont les taux de fructification dans les traitements C (fleurs étiquetées et protégées, puis découvertes,

visitées une fois par *Ap. mellifera* et de nouveau protégées) et D (fleurs protégées, puis à découverte et à nouveau protégées sans visite d'insectes ou de tout autre organisme) respectivement (Tchuenguem, 2005).

I.2.9. Analyse des données

Les données obtenues ont été analysées à l'aide de la statistique descriptive (calcul des moyennes, écart-types et pourcentages). Quatre tests ont été utilisés : (a) ANOVA (F) pour la comparaison des moyennes de plus de deux échantillons ; (b) Test-*t* de Student pour la comparaison des moyennes de deux échantillons ; (c) khi-carré (χ^2) pour la comparaison des pourcentages ; (d) Coefficient de corrélation de Pearson (*r*) pour l'étude des relations linéaires entre deux variables. Le logiciel Excel 2016 a été en outre utilisé.

II. RESULTATS ET DISCUSSION

II.1. Mode de reproduction de *Abelmoschus esculentus*

Les indices de fructification ont été de 1, 0, 91, 0, 98, et 0,84 dans les traitements 1, 2, 3 et 4 respectivement. Ainsi, en saison de pluie TC = 9 % et TA = 91 %. En saison sèche TC = 14,29 % et TA = 85,71 %. Pour les deux saisons cumulées, TC

= 11,65 % et TA = 88,35 %. En conséquence, *Ab. esculentus* a un mode de reproduction mixte allogame - autogame, avec prédominance de l'autogamie.

II.2. Place de *Apis mellifera* dans l'entomofaune floricole de *Abelmoschus esculentus*

En saison des pluies et en saison sèche respectivement, 302 et 205 visites de 10 et 07 espèces d'insectes ont été enregistrées sur les fleurs de *Ab. esculentus*. Le tableau 1 présente la liste de ces insectes avec leurs pourcentages de visites. Il ressort de ce tableau que *Apis mellifera* occupe le premier rang avec 52,98 % de visites en saison pluvieuse et 63,41% en saison sèche. La différence entre ces deux pourcentages est significative ($\chi^2 = 5,42$; *ddl* = 1 ; *p* < 0,05). Le pourcentage plus élevé observé en saison sèche pourrait s'expliquer par le manque de pluie qui ont perturbé les visites des ouvrières de *Apis mellifera*. Au Ghana Angbanyere & Baido (2014) ont obtenus un résultat plus élevé en saison pluvieuse sur *Ap. mellifera* sur les fleurs de la même Malvaceae.

A Maroua, en saison pluvieuse, Azo'o *et al.* (2011) et Pando *et al.* (2020), ont montré que *Lipotriches collaris* et *Tetralonia fraterna* sont les butineurs les plus fréquents des fleurs de *A. esculentus*.

Tableau 1 : Insectes recensés sur les fleurs de *Abelmoschus esculentus* à Bocklé en 2019 (saison pluvieuse) et en 2020 (saison sèche), nombre et pourcentage de visites des différents insectes.

Insectes			Saison pluvieuse		Saison sèche		Total		
Ordre	Famille	Genre et espèce	<i>n</i> ₁	<i>p</i> ₁ (%)	<i>n</i> ₂	<i>P</i> ₂ (%)	<i>n</i> _T	<i>p</i> _T (%)	
Coleoptera	Scarabeidae	<i>Pachnoda cordata</i> (po)	8	2,65	0	0	8	1,57	
Diptera	Syrphidae	sp. (po)	17	5,63	0	0	17	3,35	
Hymenoptera	Apidae	<i>Amegilla</i> sp.1 (ne, po)	61	20,20	0	0	61	12,03	
		<i>Amegilla</i> sp.2 (ne, po)	0	0	16	7,80	16	3,16	
		<i>Apis mellifera</i> (ne, po)	160	52,98	130	63,41	290	57,20	
		<i>Vespula vulgaris</i> (po)	0	0	6	2,93	6	1,18	
		<i>Xylocopa olivacea</i> (po)	0	0	13	6,34	13	2,56	
		<i>Xylocopa</i> sp. (po)	0	0	13	6,34	13	2,56	
	Megachilidae	<i>Megachile</i> sp. (po)	5	1,66	0	0	5	0,98	
Lepidoptera	Hesperiidae	sp. (ne)	18	5,96	13	6,34	31	6,11	
		Nymphalidae	<i>Acraea acerata</i> (ne)	12	3,97	0	0	12	2,37
			<i>Danaus chrysippus</i> (ne)	3	0,99	0	0	3	0,59

Pieridae	<i>Eurema</i> sp. (ne)	12	3,97	14	6,83	26	5,19
	<i>Mylothris chloris</i> (ne)	6	1,99	0	0	6	1,18
TOTAL	17 espèces	302	100	205	100	507	100

n_1 : nombre de visites sur 120 fleurs en sept jours ; n_2 : nombre de visites sur 120 fleurs en cinq jours ;

p : pourcentages de visites ; $p_1 = (n_1 / 302) * 100$; $p_2 = (n_2 / 205) * 100$; $p_T = (n_T / 507) * 100$; sp. :

Espèce indéterminée ; ne : récolte de nectar ; po : récolte de pollen.

II.3. Activité de butinage de *Apis mellifera* sur les fleurs de *Abelmoschus esculentus*

II.3.1. Produit floral prélevé

Durant les deux périodes de floraison, *Ap. mellifera* récoltait fortement du pollen (Figure 4) et faiblement du nectar (Figure 5). Pando et al. (2020) à Maroua, ont mentionné qu'en saison

pluvieuse *Lipotriches collaris* récoltait le pollen et le nectar sur les fleurs de la même Malvaceae. Par contre, Mishra et al. (1987) en Inde signalaient que les Hymenoptera tels que *Xylocopa* sp., *Bombus* spp., *Ceratina sexmaculatus* et *Megachile* spp. visitaient les fleurs du gombo pour récolter essentiellement le nectar en saison pluvieuse.



Figure 4 : Ouvrière de *Apis mellifera* récoltant du pollen dans une fleur de *Abelmoschus esculentus* à Bocklé en 2019.



Figure 5 : Ouvrière de *Apis mellifera* prélevant du nectar dans une fleur de *Abelmoschus esculentus* à Bocklé en 2019.

II.3.2. Rythme de visites de *Apis mellifera* en fonction des tranches horaires journalières d'observation

En saison pluvieuse qu'en saison sèche, l'activité de butinage de *Ap. mellifera* sur les fleurs de *Ab. esculentus* commençait dans la matinée vers 6 h, diminuait fortement vers 13 h et devenait nulle à partir 14 h. Les pics d'activité étaient situés entre 8 h et 9 h aussi bien en saison pluvieuse qu'en

saison sèche (Figure 6). Ces pics correspondraient au moment de la journée où le nectar et le pollen sont produits en plus grande quantité. L'absence d'activité observée au niveau des fleurs pendant les autres tranches horaires situées entre 14 h et 15 h pourrait s'expliquer par la diminution des produits floraux d'une part et d'autre part par la fermeture des fleurs qui rend les produits floraux de cette Malvacée inaccessibles aux butineuses de *Ap. mellifera*.

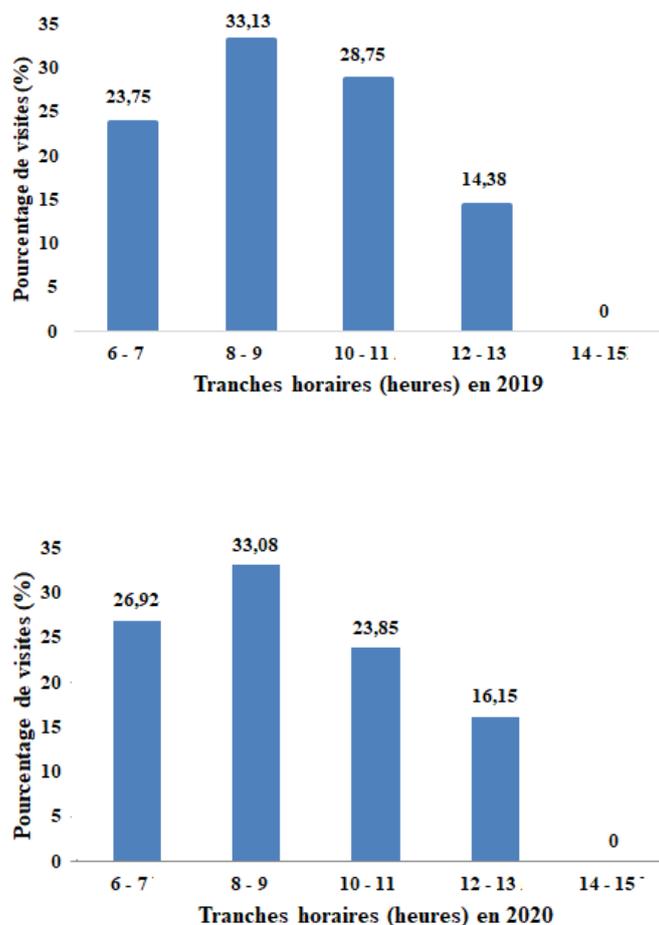


Figure 6 : Fréquence des visites de *Apis mellifera* sur les fleurs de *Abelmoschus esculentus* selon les tranches horaires journalières à Bocklé en saison pluvieuse et en saison sèche.

II.3.3. Rythme des visites de *Apis mellifera* en fonction du rythme d'épanouissement des fleurs de *Abelmoschus esculentus*

La figure 7 présente la variation du nombre de fleurs épanouies de *Ab. esculentus* et celle du nombre de visites des ouvrières de *Ap. mellifera* au niveau de ces organes selon les jours d'observation. Il ressort de cette figure que le nombre de visites de *Ap. mellifera* était proportionnel au nombre de fleurs épanouies de *Ab. esculentus* en saison

pluvieuse (2019) qu'en saison sèche (2020). La corrélation entre ces deux paramètres est positive et significative ($r = 0,84$; $ddl = 5$; $P < 0,05$) en saison pluvieuse (2019), positive et non significative ($r = 0,64$; $ddl = 3$; $P > 0,05$) en saison sèche (2020).

Ces corrélations sont sans doute liées à la bonne attractivité des produits floraux de *Ab. esculentus* vis-à-vis des butineuses de *Ap. mellifera*.

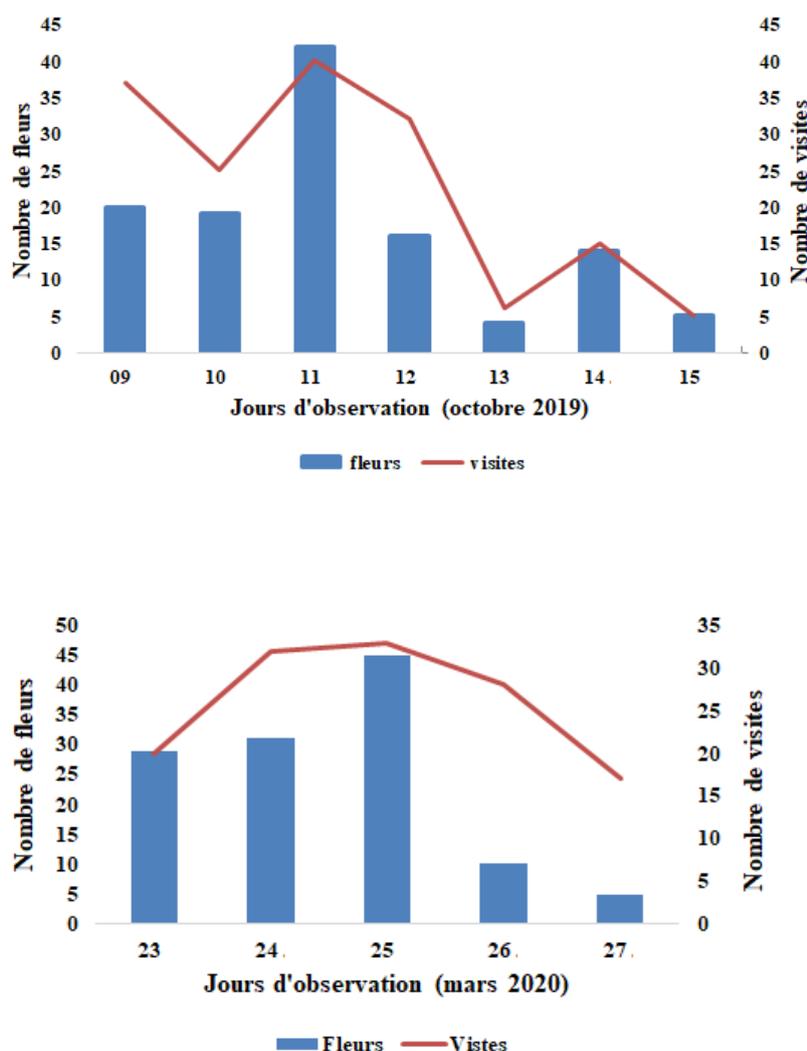


Figure 7 : Variation du nombre de fleurs épanouies de *Abelmoschus esculentus* et du nombre de visites de *Apis mellifera* sur ces organes selon les jours d'observation à Bocklé en saison pluvieuse et en saison sèche.

II.3.4. Abondance des butineuses

Le tableau 2 présente les données concernant les abondances de *Ap. mellifera* par fleur et par 1000 fleurs de *A. esculentus*. Il ressort de ce tableau que :

a) l'abondance moyenne des ouvrières de *Ap. mellifera* par fleur était de 1 ($n = 254$; $s = 0,16$) en saison pluvieuse (2019) et en saison sèche (2020) ($n = 174$; $s = 0,20$) ; la différence entre ces deux moyennes n'est pas significative ($t = 0,55$; $ddl = 426$; $P > 0,05$) ;

b) l'abondance moyenne des butineuses par 1000 fleurs était de 34,92 ($n = 208$; $s = 23,48$) en saison pluvieuse (2019) et 58,7 ($n = 115$; $s = 42,97$) en saison sèche (2020); la différence entre ces deux moyennes est très hautement significative ($t = 5,08$; $ddl = 351$; $P < 0,001$).

La forte abondance par 1000 fleurs met en évidence la bonne attractivité des produits floraux du gombo vis-à-vis des ouvrières de *Ap. mellifera*. Elle serait liée à la faculté que possèdent les abeilles domestiques de recruter un nombre élevé de butineuses pour exploiter une source de nourriture intéressante (Louveaux, 1984).

Tableau 2 : Abondance de *Apis mellifera* par fleur et par 1000 fleurs de *Abelmoschus esculentus* à Bocklé en saison pluvieuse (2019) et en saison sèche (2020).

Saisons	Abondances des butineuses									
	par fleur			Par 1000 fleurs						
	<i>n</i>	<i>m</i>	<i>s</i>	<i>mini</i>	<i>maxi</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	<i>s</i>	<i>mini</i>	<i>maxi</i>
Pluvieuse	254	1	0,16	1	2	208	34,92	23,48	1,52	300
Sèche	174	1	0,20	1	2	115	58,7	42,97	13,33	300

Pluie/sèche	274	1	0,18	1	2	162	46,81	33,22	7,43	300
--------------------	-----	---	------	---	---	-----	-------	-------	------	-----

n : effectif ; *m* : moyenne ; *s* : écart-type ; *mini* : minimum ; *maxi* : maximum

II.3.5. Durée des visites par fleur

La durée moyenne d'une visite de *Ap. mellifera* par fleur de *Ab. esculentus* pour la récolte du nectar était de 5,44 sec (*n* = 154 ; *s* = 2,28) en saison pluvieuse (2019) et de 4,3 sec (*n* = 90 ; *s* = 1,34) en saison sèche (2020) (Tableau 3). La différence entre ces deux moyennes est très hautement significative (*t* = 4,90 ; *ddl* = 242 ; *P* < 0,001). Pour les deux années cumulées, la durée moyenne d'une visite de *Ap. mellifera* par fleur de *Ab. esculentus* était de 4,9 sec.

La durée moyenne d'une visite de *Ap. mellifera* par fleur de *Ab. esculentus* pour la récolte du pollen était de 3,37 sec (*n* = 189 ; *s* = 1,48) en saison pluvieuse (2019) et 2,92 sec (*n* = 113 ; *s* = 0,71) en saison sèche (2020) (Tableau 3). La différence entre ces deux moyennes est hautement significative (*t* = 3,54 ; *ddl* = 300 ; *P* < 0,01). Pour les deux années cumulées, la durée moyenne d'une visite de *Ap.*

mellifera par fleur de *Ab. esculentus* était de 3,15 sec. Cette différence pourrait s'expliquer par la disponibilité et l'accessibilité de chaque produit floral (Djakbé et al., 2017) : Le pollen est produit par les anthères qui sont situés au-dessus du filet des étamines et sont par conséquent facilement accessibles à l'abeille ; par contre, le nectar est produit dans le tube corollaire, entre la base du style et des étamines et est en conséquence difficilement accessible (Tchuenguem et al., 2017). Ainsi la durée moyenne d'une visite de *Ap. mellifera* semble varié avec la disponibilité des produits floraux (Chittka et al., 2003).

Tableau 3 : Durée des visites de *Apis mellifera* par fleur de *Abelmoschus esculentus* à Bocklé en saison pluvieuse (2019) et en saison sèche (2020).

Saisons	Durée d'une visite par fleur (sec)									
	Visites de récolte du nectar					Visites de récolte du pollen				
	<i>n</i>	<i>m</i>	<i>s</i>	<i>mini</i>	<i>maxi</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	<i>s</i>	<i>mini</i>	<i>maxi</i>
Pluvieuse	154	5,44	2,28	3	12	189	3,37	1,48	1	12
Sèche	90	4,3	1,34	2	7	113	2,92	0,71	2	4
Pluie/Sèche	122	4,9	1,81	2,5	9,5	151	3,15	1,09	1,5	8

n : nombre de durées de visites enregistrées ; *m* : moyenne ; *s* : écart-type ; *maxi* : maximum ; *mini* : minimum

II.3.6. Vitesse de butinage

Au niveau des pieds de *Ab. esculentus*, la vitesse moyenne de butinage d'un individu de *Ap. mellifera* était de 17,82 fleurs par minute (*n* = 199 ; *s* = 7,04) en saison pluvieuse (2019), 22,88 fleurs par minute (*n* = 119 ; *s* = 78,16) en saison sèche (2020). Pour les deux années cumulées cette vitesse était de 20,35 fleurs par minute. La différence entre ces deux moyennes est très hautement significative (*t* = 5,61 ; *ddl* = 316 ; *P* < 0,001).

Ces différences observées au niveau des vitesses de butinage pourraient être dues à la disponibilité et l'accessibilité des produits floraux de *Ab. esculentus*. Cette faible vitesse de butinage de *Ap. mellifera* en saison pluvieuse, pourrait être justifiée par le fait que *Ab. esculentus* produit abondamment du nectar et du pollen. Par conséquent, les butineuses pouvaient obtenir leur charge alimentaire maximale en visitant un nombre relativement faible de fleurs (Tchuenguem et al., 2010).

II.4. Influence de la faune

Les ouvrières de *Ap. mellifera* étaient interrompues dans leur activité de butinage par d'autres individus de la même espèce (Tableau 4) qui étaient des concurrents pour le nectar ou le pollen. En saison pluvieuse (2019), sur 160 visites enregistrées, six (soit 3,75 %) ont été perturbées par d'autres ouvrières de *Ap. mellifera*, 10 (soit 6,25 %) par *Amegilla* sp.1 et huit (soit 5 %) par *Megachile* sp (Tableau 4). En saison sèche (2020), sur 130 visites enregistrées, 4 (soit 3,07 %) ont été perturbées par *Ap. mellifera*, sept (soit 5,38 %) par *Amegilla* sp.2 et six (soit 4,62 %) par *Xylocopa olivacea* (Tableau 4).

Ces interruptions de visites avaient lieu à la suite des collisions entre visiteurs ou de l'approche d'une fleur déjà occupée par un autre visiteur. L'une des conséquences de ces perturbations était la réduction de la durée des visites par fleurs ; ceci oblige l'individu à visiter un plus grand nombre de fleurs lors d'un voyage de butinage afin d'obtenir sa charge maximale du produit floral comme l'ont signalé Djakbé et al. (2018) sur *Physalis minima*, puis Tchuenguem et al. (2018) sur *Ceratotheca sesamoides* pour la même abeille à Dang.

Tableau 4 : Interruptions des visites de *Apis mellifera* sur les fleurs *Abelmoschus esculentus* à Bocklé en saison pluvieuse (2019) et en saison sèche (2020).

Saisons	Nombre de visites étudiées	Visites interrompues par des insectes		Insectes auteurs de l'interruption
		Nombre	Pourcentage (%)	
Pluvieuse	160	6	3,75	<i>Apis mellifera</i>
		10	6,25	<i>Amegilla</i> sp.
		5	5	<i>Megachile</i> sp.
Sèche	130	4	3,07	<i>Apis mellifera</i>
		7	5,38	<i>Xylocopa</i> sp.
		6	4,62	<i>Xylocopa olivacea</i>

II.5. Influence de la flore avoisinante

Tout au long de la période de floraison de *Ab. esculentus*, les fleurs de plusieurs autres espèces végétales à proximité de la parcelle expérimentale étaient également visitées par les ouvrières de *Ap. mellifera*, pour leur nectar et/ou leur pollen.

En saison pluvieuse 2019, sur 160 visites de *Ap. mellifera*, nous avons noté 9 (soit 5,63 %) passages des fleurs de *Ab. esculentus* vers celles de *Ocimum basilicum* et 6 (soit 3,75 %) passages des fleurs de *Ocimum basilicum* vers celles de *A. esculentus*. En saison sèche 2020, sur 130 visites de *Ap. mellifera*, nous avons noté 3 (2,30 %) passages de *Ap. mellifera* des fleurs de *Ab. esculentus* vers celles de *Gossypium hirsutum* et 5 (3,84 %) passages des fleurs de *Gossypium hirsutum* vers celles de *A. esculentus*. Les individus de cette abeille étaient ainsi fidèles aux fleurs du gombo lors des voyages de butinage. Ce phénomène est dénommé « constance florale » (Louveaux, 1984 ; Basualdo et al., 2000). Cette observation a été également faite par Njoya et al. (2005) à Yaoundé, qui ont trouvé que *Apis mellifera* était fidèle aux fleurs de cette même Malvacée.

II.6. Valeur apicole de *Abelmoschus esculentus*

Durant les deux périodes de floraison (saison pluvieuse en 2019 et saison sèche en 2020) de *A. esculentus*, nous avons enregistré une forte activité de récolte du pollen et une faible activité de récolte du nectar par *Ap. mellifera* au niveau de ses fleurs. Ces résultats mettent en évidence la bonne attractivité du pollen de cette plante vis-à-vis des ouvrières de *Ap. mellifera*. Ils permettent de classer

Ab. esculentus, parmi les plantes apicoles fortement pollinifère et faiblement nectarifère. En conséquence, Cette Malvacée peut par conséquent être cultivée dans l'environnement des ruchers pour accroître la production du pollen comme produit de la ruche et maintenir les colonies de *Ap. mellifera* pendant la saison pluvieuse.

A Maroua, Pando et al. (2020) ont également montré que le gombo est une plante apicole fortement pollinifère et faiblement nectarifère.

II.7. Impact de *Apis mellifera* sur la pollinisation de *Abelmoschus esculentus*

Au moment de la récolte du nectar ou du pollen sur une fleur de *Ab. esculentus*, les ouvrières de *Ap. mellifera* étaient toujours en contact avec les anthères. Lors de leurs voyages de butinage, ces butineuses pouvaient provoquer la pollinisation croisée, puisqu'elles passaient régulièrement des fleurs d'une plante aux fleurs d'une autre plante de la même espèce. Elles pouvaient ainsi transporter le pollen d'une fleur sur le stigmate d'une autre fleur de la même plante ou le pollen d'une plante sur le stigmate d'une fleur d'une autre plante et augmenter ainsi les possibilités de pollinisation de *Ab. esculentus*. *Apis mellifera* a été également signalé comme insecte efficace de cette Malvacée (Azo'o et al., 2011) à Maroua et de *Gossypium hirsutum* (Mazi et al., 2013) à Ngaoundéré.

Le tableau 5 donne le taux de fructification, le nombre moyen de graines par fruit et le pourcentage des graines normales dans les différents traitements de *Ab. esculentus*.

Tableau 5 : Taux de fructification, nombre moyen de graines par fruit et pourcentage de graines normales selon les différents traitements de *Abelmoschus esculentus* à Bocklé Bocklé en 2019 (saison pluvieuse) et en 2020 (saison sèche).

Années	Traitements	NFE	NFF	TF(%)	Graines /fruit		NTG	NGN	% GN
					m	S			

2019	T1 (Fl)	120	120	100	90,35	28,43	10481	10229	97,6
	T2 (Fp)	120	109	90,83	72,61	26,62	7697	7078	91,96
	T5 (Fva)	158	158	100	84,14	25,72	12200	11355	94,62
	T6 (Fps)	142	129	90,84	75,91	24,78	9792	9079	92,71
2020	T3 (Fl)	120	117	97,50	65,34	22,27	7841	7571	96,55
	T4 (Fp)	120	101	84,16	48,26	27,51	5791	5404	93,31
	T7 (Fva)	153	143	93,48	67,48	21,47	10324	9983	96,7
	T8 (Fps)	147	131	89,11	48,63	22,65	7149	6672	93,32

Fl : fleurs libres ; **Fp** : fleurs protégées ; **Fva** : fleurs visitées exclusivement par *Apis mellifera* ; **Fps** : fleurs protégées ouvertes mais sans visite d'insectes ; **NFE** : nombre de fleurs étudiées ; **NFF** : nombre de fruits formés ; **NGN** : nombre de graines normales ; **NTG** : nombre total de graines ; **TF** : taux de fructification ; **% GN** : pourcentage de graines normales

Il ressort de ce tableau que :

- Les taux de fructification ont été de 100 %, 90,83 %, 97,50 % et 84,16 % dans les traitements 1, 2, 3 et 4 respectivement. Les différences entre ces quatre pourcentages sont globalement très hautement significatives ($\chi^2 = 28,47$; $ddl = 3$; $P < 0,001$). Les comparaisons deux à deux de ces pourcentages montrent que la différence est très hautement significative entre les traitements 1 et 2 ($\chi^2 = 11,53$ ($ddl = 1$; $P < 0,001$), puis entre les traitements 3 et 4 ($\chi^2 = 12,81$ ($ddl = 1$; $P < 0,001$)) ;
- Les nombres moyens de graines par fruit ont été de 90,35, 72,61, 65,34 et 48,26 dans les traitements 1, 2 (saison pluvieuse 2019), 3 et 4 (saison sèche 2020) respectivement. Les différences entre ces quatre moyennes sont globalement très hautement significatives ($F = 198188,959$; $ddl1 = 3$; $ddl2 = 536$; $P < 0,001$). Les comparaisons deux à deux de ces moyens montrent que la différence est très hautement significative entre les traitements 1 et 2 ($t = 4,85$; $ddl = 227$; $P < 0,001$) ; puis entre les traitements 3 et 4 ($t = 4,96$; $ddl = 216$; $P < 0,001$) ;
- Les pourcentages de graines normales ont été de 97,60 %, 91,96 %, 96,55 % et 93,31 % dans les traitements 1, 2, 3 et 4 respectivement. Les différences entre ces quatre pourcentages sont globalement très hautement significatives ($\chi^2 = 384,92$; $ddl = 3$; $P < 0,001$). Les comparaisons deux à deux de ces pourcentages montrent que la différence est très hautement significative entre les traitements 1 et 2 ($\chi^2 = 309,20$; $ddl = 1$; $P < 0,001$), puis entre les traitements 3 et 4 ($\chi^2 = 76,19$; $ddl = 1$; $P < 0,001$) ;

Les taux de fructification dû aux insectes floricoles ont été de 9,16 % en 2019 (saison pluvieuse), 9,06 % en 2020 (saison sèche) et 9,11 % pour les deux années cumulées. Les nombres moyens de graines par fruit attribuable aux insectes floricoles ont été de 16,59 % en 2019 (saison pluvieuse), 25,71 % en 2020 (saison sèche) et 21,15 % pour les deux années cumulées. Les pourcentages de graines normales attribuables aux

insectes floricoles ont été de 5,04 % en 2019 (saison pluvieuse), 3,34 % en 2020 (saison sèche) et 4,19 % pour les deux années cumulées.

II.8. Efficacité pollinisatrice de *Apis mellifera* sur *Abelmoschus esculentus*

Le tableau 6 présente le taux de fructification, le nombre moyen de graines par fruit et le pourcentage des graines normales dans les traitements 5, 6 (saison pluvieuse 2019), 7 et 8 (saison sèche 2020) de *Ab. esculentus*.

Il ressort du tableau 6 que :

- Les taux de fructification ont été de 100 %, 90,84 %, 93,48 % et 89,11 % dans les traitements 5, 6 7 et 8 respectivement. Les différences entre ces quatre pourcentages sont globalement très hautement significatives ($\chi^2 = 157,80$; $ddl = 3$; $P < 0,001$). Les comparaisons deux à deux de ces pourcentages montrent que la différence est très hautement significative entre les traitements 5 et 6 ($\chi^2 = 15,12$; $ddl = 1$; $P < 0,001$) et non significative entre les traitements 7 et 8 ($\chi^2 = 12,81$ ($ddl = 1$; $P > 0,05$)) ;
- Les nombres moyens de graines par fruit ont été de 84,14, 75,91, 67,48 et 48,63 dans les traitements 5, 6, 7 et 8 respectivement. Les différences entre ces quatre moyennes sont globalement très hautement significatives ($F = 314663,121$; $ddl1 = 3$; $ddl2 = 557$; $P < 0,001$). Les comparaisons deux à deux de ces moyens montrent que la différence est hautement significative entre les traitements 5 et 6 ($t = 2,74$; $ddl = 285$; $P < 0,01$) et entre les traitements 7 et 8 ($t = 7,03$; $ddl = 272$; $P < 0,01$) ;
- Les pourcentages de graines normales ont été de 94,62 %, 92,71 %, 96,7 % et 93,32 % dans les traitements 5, 6, 7 et 8 respectivement. Les différences entre ces quatre pourcentages sont globalement très hautement significatives ($\chi^2 = 185,32$; $ddl = 3$; $P < 0,001$). Les comparaisons deux à deux de ces pourcentages montrent que la différence est non significative entre les traitements 5 et 6 ($\chi^2 = 1,04$; $ddl = 1$; $P > 0,05$) et très hautement significative entre les

traitements 7 et 8 ($\chi^2 = 107,46$; $ddl = 1$; $P < 0,001$) ;

Les taux de fructification dû à l'activité de *Ap. mellifera* ont été de 9,16 % en 2019 (saison pluvieuse), 4,67 % en 2020 (saison sèche) et 6,91 % pour les deux années cumulées. Les nombres moyens de graines par fruit attribuable à *Ap. mellifera* ont été de 9,78 % en 2019 (saison pluvieuse), 27,93 % en 2020 (saison sèche) et 18,85 % pour les deux années cumulées.

Au moment de la récolte du nectar ou du pollen sur une fleur de *Ab. esculentus*, les ouvrières de *Ap. mellifera* étaient toujours en contact avec les anthères et le stigmate. De fait, cette abeille accroît les possibilités de pollinisation. En effet, pendant leurs visites sur les fleurs, elles les secouent. Ce mouvement faciliterait la libération du pollen au niveau des anthères, pour l'occupation optimale du stigmate (McGregor, 1976). La charge optimale du pollen sur le stigmate serait favorable à la formation des fruits et des graines. Woodcock (2012) a d'ailleurs noté que la croissance et le développement des fruits est principalement tributaire de la pollinisation. Ainsi, l'augmentation significative du nombre de graines par fruit et l'accroissement significatif du taux de fructification d'une part et du pourcentage de graines normales d'autre part dus à *Ap. mellifera* sont la conséquence de l'activité de cette abeille sur la pollinisation des fleurs visitées Woodcock (2012).

De même au Cameroun, l'influence de cette abeille sur les rendements via son efficacité pollinisatrice a été également démontrée chez d'autres plantes telles que *Brachiaria brizantha* (Adamou & Tchuenguem, 2014), *Bixa orellana* (Adamou, 2017), *Ceratotheca sesamoides* (Tchuenguem et al., 2018), *Gossypium hirsutum* (Basga et al., 2019).

CONCLUSION

À Bocklé, *Ab. esculentus* est une plante ayant un mode de reproduction mixte allogame - autogame, avec prédominance de l'autogamie. Parmi les 14 espèces d'insectes qui ont visitées les fleurs de cette Malvaceae, *Ap. mellifera* était le plus fréquent en saison pluvieuse (52,98 %) qu'en saison sèche (63,41 %). Cet Apidae récoltait fortement le pollen et faiblement le nectar. Les butineuses de *Ap. mellifera* étaient actives au niveau des fleurs de *Ab. esculentus* toute la journée avec un pic d'activité situé entre 8 - 9h. Via son efficacité pollinisatrice sur *Ab. esculentus*, *Ap. mellifera* a augmenté le taux de fructification de 6,91 % et le nombre moyen de graines par fruit de 18,85 %. *Abelmoschus esculentus* est une plante apicoles fortement pollinifère et faiblement nectarifère. Cette Malvacée peut par conséquent être cultivée dans l'environnement des ruchers pour accroître la

production du pollen comme produit de la ruche et maintenir les colonies de *Ap. mellifera* pendant la saison pluvieuse. L'installation des colonies de *Ap. mellifera* à proximité des plantations de *Ab. esculentus* est conseillée pour améliorer les rendements fruitiers et grainiers de cette Malvacée.

REFERENCES

- Adamou M and Tchuenguem F F - N (2014). Foraging and pollination behavior of *Apis mellifera adansonii* L. (Hymenoptera, Apidae) on *Brachiaria brizantha* (Hochst. (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf. 1919 flowers at Dang (Ngaoundere - Cameroun). *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 4 (6) : 62-74.
- Adamou M (2017). Activités de butinage et de pollinisation de *Apis mellifera adansonii* sur les fleurs de *Bixa orellana* (Bixaceae) et *Brachiaria brizantha* (Poaceae) à Ngaoundéré (Adamaoua, Cameroun). Thèse de Doctorat / Ph. D, Faculté des Sciences, Université de Ngaoundéré, 133 p.
- Amougou J A, Abossolo S A and Tchindjang M (2015). Variability of precipitations at Koundja and Ngaoundere based on temperature changes of Atlantic Ocean and El NINO. *Ivoiry Coast Review of Science and Technology*, 25: 110-124.
- Angbanyere M A and Matthew A I (2012). 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 PH / D., Kwame Nkrumah University of Science and Technology College of Science. 103 p.
- Angbanyere M and Baidoo P K (2014). The effect of pollinators and pollination on fruit set and fruit yield of okra 2 (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) in the forest region of Ghana. Under peer review, 1-19.
- Azo'o E M, Tchuenguem F F - N and Messi J (2011). Influence of the foraging activity of the entomofauna on Okra (*Abelmoschus esculentus*) seed yield. *International Journal of Agriculture & Biology*, 13 (5): 761-765.
- Azo'o E M, Ali M, Tchuenguem F F - N and Messi J (2012). The importance of a single floral visit of *Eucara macrognatha* and *Tetralonia fraterna* (Hymenoptera : Apidae) in the pollination and the yields of *Abelmoschus esculentus* in Maroua, Cameroon. *African Journal of Agricultural Research*, 7 (18): 2853-2857.
- Basga E, Fameni S T, Otiobo E N A and 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.
- Basualdo M, Bedascarrasbure E and De Jong D (2000). Africanized honey bees (Hymenoptera: Apidae) have a greater fidelity to sunflowers than European bees. *Journal of Economic Entomology*, 93 (2): 304-307.
- Charrier A (1983). Etude des ressources génétiques du genre *Abelmoschus* Med. (Gombo). Conseil International des Ressources Phytogénétiques (éd). *CIRPG*, FAO, Rome, 61 p.
- Chittka L, Dyer A D, Bock F and Dornhaus A (2003). Psychophysics: bees trade off foraging speed for accuracy. *Nature*, 424-388.
- Crane E (1991). *Apis* species of tropical Asia as pollinators and some rearing methods for them. *Acta Horticultural*. 288, 29-48.
- Demarly Y (1977). Génétique et amélioration des plantes (éd). Masson, Paris, France, 577 p.
- Diguir B B, Pando J B, Fameni T S and 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*, 6 (2): 22-31.
- Djakké D D, Ngakou A, Wékéré C, Faibawa E and Tchuenguem, F F - N (2017). Pollination and yield components of *Physalis minima* (Solanaceae) as affected by the foraging activity of *Apis mellifera* (Hymenoptera : Apidae) and compost at Dang (Ngaoundere, Cameroon). *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 11 (3): 43- 60.
- FAO (2016). Forum global sur la sécurité alimentaire et la nutrition. Forum FSN, 7 p.
- Free J B (1993). Insect pollination of crops. *Academic press*, London, UK, 6 p.
- Gallai N, Salles J M, Settele J and Vaissière B E (2009). Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics*, 68, 810-821.
- Hamon S (1988). Organisation évolutive du genre *Abelmoschus* (gombo). Co-adaptation et évolution des deux espèces de gombo Cultivées en Afrique de l'Ouest, *A. esculentus* et *A. caillei* Travaux et Documents Microédités (TDM) No 46. ORSTOM, Paris, France, 191pp.
- IPBES (2016). *Les pollinisateurs, la pollinisation et la production alimentaire*. Allemagne, 40 p.
- Jacob R A (1989). Comportement de butinage de l'abeille domestique et des abeilles sauvages dans des vergers de pommiers en Belgique. *Apidologie*, 20, 217-285.
- Jean-Prost P (1987). *Apiculture : connaître l'abeille-conduire le rucher*. 6^{ème} édition. Lavoisier (éd), Paris, 579 p.
- Amougou J A, Abossolo S A and Tchindjang M (2015). Variability of precipitations at Koundja and Ngaoundere based on temperature changes of Atlantic Ocean and El NINO. *Ivoiry Coast Review of Science and Technology*, 25, 110-124.
- Kasina J M, Mburu J, Kraemer M and Holim M K (2009). Economic benefit of crop pollination by bees: a case of Kakamega Small - Holder Farming in Western Kenya. *Journal of Economic Entomology*, 102 (2): 467- 473.
- Louveaux J (1984). L'abeille domestique dans ses relations avec les plantes cultivées. In : «*Pollinisation et productions végétales*», Pesson P. & Louveaux J. (eds), INRA, Paris., 527-55.
- Marius c, Gerard V and Antoine G (1997). Le gombo, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench, une source possible de phospholipides. *Agronomie et Biotechnologies, Oléagineux, corps gras, lipides*, 4 (5): 389 - 392.
- Mazi S, Tchuenguem F F - N and Brückner D (2013). Foraging and Pollination Behaviour of *Apis mellifera adansonii* L. (Hymenoptera: Apidae) on *Gossypium hirsutum* (Malvaceae) Flowers at Dang (Ngaoundéré, Cameroon). *Journal of Agricultural Science and Technology*, 3, 267-280.
- McGregor S (1976). *Insect pollination of cultivated crop plants*. Agricultural Research Service. United States Department of Agriculture, *Agriculture Handbook*, Washington DC, 496-411p.
- MINADER (2012). Annuaire des Statistiques du Secteur Agricole, Campagne 2009 & 2010. AGRI - STAT., (16): 98 p.
- Mishra R, Kumar J and Gupta J (1987). Effect of mode of pollination on fruit characteristics of Okra, *Abelmoschus esculentus* (L) Moench. *Proceedings of Indian*, 53 (2), 157-160.
- OBPE (2017). Protégeons nos insectes pollinisateurs pour l'augmentation de la production agricole. *Ministère de l'eau, de l'environnement, de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme, Burundi*, 8 p.
- Pando B J, Djonwangwé D, Tchuenguem F F - N and 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 (1): 7350-7365.
- PCD (2011). *Plan Communal de Développement de la Commune d'Arrondissement de Garoua Ier avec l'appui du PNDP*, 151 p.
- Roubik D W (2000). Pollination system stability in Tropical America. *Conservative Biology*, 1: 1235-1236.
- Siemonsma J S (1982). La culture du gombo légume fruit tropical avec référence spéciale à la Côte d'Ivoire. Thèse de l'université Agronomique de Wageningen (Pays - Bas), 297 p.
- Siemonsma J S and Hamon S (2004). *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. In : *Ressources végétales de l'Afrique Tropicale 2*. Fondation PROTA. Wageningen. Pays-Bas, 25-30.
- Tchuenguem, F F - N, Messi J et Pauly A (2001). Activité de *Meliponula erythra* sur les fleurs de *Dacryodes edulis* et son impact sur la fructification. *Fruits*, 56, 179 - 188.
- 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 I, 103 p.
- Tchuenguem F F - N, Ngakou A and Kengni B (2009). Pollination and yield responses of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) to the foraging activity of *Apis mellifera adansonii* (Hymenoptera : Apidae) at Ngaoundere (Cameroon). *African Journal of Biotechnology*, 8, 1988-1996.
- Tchuenguem F F - N, Djonwangwé D, Messi J and Brückner D. (2010). Exploitation des fleurs de *Bombax pentandrum*, *Commiphora kerstingii*, *Myragina ciliata*, *Parkia biglobosa*, *Terminalia macroptera* et *Voacanga africana* par *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera : Apidae) à Dang (Ngaoundéré, Cameroun). In : Himmi O. (éd.), Acte de la CIFE, travaux de l'Institut Scientifique, Série Zoologie, 47 (1): 117-122.
- Tchuenguem F F - N, Djakbé J D, Ngakou A, Wékéré C, Louabé S and Faïbawa E (2018). Impact de l'activité de butinage de *Apis mellifera* Linné (Hymenoptera : Apidae) sur la pollinisation et les rendements de *Ceratotheca sesamoides* Endl. (Pedaliaceae) à Dang (Ngaoundéré, Cameroun). *Cameroon Journal of Experimental Biology*, 12 (1): 22-31.
- Vaissière B (2016). *Des abeilles et des fruits*. Dossier Pollens, abeilles et compagnie - Jardins de France, 643 p.
- Woodcock T S (2012). *Pollination in the Agricultural Landscape*. Canadian Pollination Initiative, 113 p.