



## Research Article

*Cameroon Journal of Biological and Biochemical Sciences* 2020, Vol 28, Serie 2, 146-159

ISSN 1011-6451/CJBBS.2020. Submission (May 2020) Published Online (October 2020) ([www.camjournal-s.com](http://www.camjournal-s.com))

### **Impact de l'activité pollinisatrice de *Apis mellifera* (Hymenoptera : Apidae) sur les rendements fruitier et grainier de *Vigna unguiculata* (Fabaceae) variété BR<sub>1</sub> à Djoumassi (Nord, Cameroun)**

#### **Impact of the pollinating activity of *Apis mellifera* (Hymenoptera : Apidae) on pod and seed yields of *Vigna unguiculata* (Fabaceae) variety BR<sub>1</sub> in Djoumassi (North Cameroon)**

ADAMOU Moïse<sup>1,2</sup>, NEPIDE NDOBADE Carine<sup>1,3</sup>, MAZI SANDA<sup>1</sup>, YATAHAÏ Clément MINEO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Zoologie Appliquée, Département des Sciences Biologiques, Faculté des Sciences, Université de Ngaoundéré, B.P.: 454 Ngaoundéré, Cameroun

<sup>2</sup>Faculté de Médecine et des Sciences Biomédicales de Garoua, Université de Ngaoundéré, B.P.: 454 Ngaoundéré, Cameroun

<sup>3</sup>Département de Productions Animales, Ecole des Sciences et de Médecine Vétérinaire, Université de Ngaoundéré, B. P. 454, Ngaoundéré, Cameroun

\*Auteur correspondant, Email : [adamou.moise@yahoo.fr](mailto:adamou.moise@yahoo.fr) Tel: (+237) 691459611

#### **Résumé**

L'objectif de ce présent travail est d'évaluer l'impact de *Apis mellifera* sur la production des gousses et des graines de *Vigna unguiculata* à Djoumassi. Les investigations ont porté sur quatre traitements : les deux premiers différenciés par la présence ou l'absence de protection des fleurs vis-à-vis des insectes floricoles et les deux autres constitués des fleurs destinées à la visite exclusive de *A. mellifera* ou ouvertes puis protégées de nouveau sans visite d'insectes ou de tout autre organisme. Le comportement de butinage de *A. mellifera* et son activité pollinisatrice ont été étudiés du 30 octobre au 04 novembre 2018 et du 04 au 10 octobre 2019. Les résultats ont montré que parmi les espèces d'insectes recensées sur les fleurs de cette Fabacée, *A. mellifera* a été l'espèce d'insecte la plus fréquente et a récolté intensément et exclusivement le nectar. En comparant les rendements des fleurs visitées exclusivement par *A. mellifera* à ceux des fleurs protégées puis destinées à l'ouverture et à la fermeture sans visite d'insectes ou tout autre organisme, il apparaît une augmentation significative du taux de fructification de 24,60 %, du nombre moyen de graines par gousse de 29,21 % et du pourcentage de graines normales de 27,22 % due à *A. mellifera*. Pour améliorer les rendements en gousses et en graines de *V. unguiculata*, il est conseillé de préserver les colonies de *A. mellifera* à proximité des champs de cette plante.

**Mots clés :** *Apis mellifera*, *Vigna unguiculata*, nectar, pollinisation, rendement, Djoumassi.

#### **Abstract**

The objective of this present work is to assess the impact of *Apis mellifera* on the production of pods and seeds of *Vigna unguiculata* in Djoumassi. For this purpose, the investigations were carried out on four treatments: two were differentiated according to the presence or absence of flower protection regarding insect visits; the third was made of protected and opened flowers, to allow *A. mellifera* visits and the fourth made of opened flowers then rebagged without any visit. The foraging behavior of *A. mellifera* and its pollinating activity were studied from

October 30th to November 04th, 2018 and from October 04th to 10th, 2019. The results showed that among the insect species identified on the flowers of this Fabaceae, *A. mellifera* was the most frequent insect species and intensely and exclusively collected nectar. By comparing the yields of flowers visited exclusively by *A. mellifera* with those of flowers protected and then opened and rebagged without insect visit or any other organism, it appears a significant increase in the fruiting rate by 24.60 %, the mean number of seeds per pod by 29.21 % and the percentage of normal seeds or well developed by 27.22 % due to *A. mellifera*. To improve the pod and seed yields of *V. unguiculata*, it is recommended to preserve *A. mellifera* colonies near the fields of this plant.

**Key words :** *Apis mellifera*, *Vigna unguiculata*, nectar, pollination, yield, Djoumassi.

## INTRODUCTION

Les insectes pollinisateurs rendent un service inestimable à la reproduction d'une grande partie des plantes à fleurs, qu'elles soient sauvages ou cultivées (PNA, 2016). Parmi ces pollinisateurs biotiques, les abeilles sont les plus efficaces et les plus fiables (Abrol, 2012; Barbir *et al.*, 2015; Potts *et al.*, 2016) car dépendent des productions florales (nectar, pollen, huiles) pour leur nutrition et celle de leurs larves (Pfiffner & Müller, 2016). Ces Arthropodes pollinisent la plupart des cultures parmi lesquelles le niébé, *Vigna unguiculata* (Djongwanwé *et al.*, 2017; Tchuenguem *et al.*, 2009)

*Vigna unguiculata* est une plante herbacée annuelle, pouvant être rampante, semi érigée ou érigée selon les variétés. Ses feuilles sont opposées, alternes et trifoliées (Kouassi, 2001) et sa tige pouvant atteindre quatre mètres de long est anguleuse ou presque cylindrique, légèrement striée et quelque fois creuse (Fery, 1985). Ses fleurs bisexuées présentant 10 étamines sont constituées de cinq sépales soudés en un tube de cinq pétales caractéristiques des Fabacées qui sont de couleurs changeantes selon les variétés (Brink & Belay, 2006).

Cette Fabaceae produit des gousses généralement indéhiscentes comportant 8 à 20 graines ovoïdes, réniformes, lisses ou ridées de couleur et de taille variables (Brink & Belay, 2006).

Le niébé joue un rôle majeur dans la nutrition de l'homme et du bétail à cause de sa composition en acides aminés essentiels en minéraux et vitamines. Ses taux de protéines varient de 22 à 30 % du poids sec des graines et des feuilles et de 13 à 17 % dans les fanes (Bressani, 1985; Tarawali *et al.*, 1997).

Avant nos recherches, l'entomofaune floricole de *V. unguiculata* a été étudiée notamment au Ghana où Kwapong *et al.* (2013) ont observé *Apis mellifera* et *Halictus* sp. sur les fleurs de cette Fabaceae. Au Nigéria, *A. mellifera* et *Xylocopa*

*olivacea* étaient plus abondantes sur les fleurs de *V. unguiculata* (Ige *et al.*, 2011). Pauly *et al.* (2015) au Bénin ont montré que *X. caffra*, *X. erythrina*, *X. imitator*, *X. inconstans* et *X. nigrita* ont visité les fleurs du niébé. Au Cameroun, Djonwangwé *et al.* (2017) et Pharaon *et al.* (2019) ont respectivement noté que *Megachile eurymera* et *A. mellifera* sont plus fréquentes sur les fleurs de cette essence. L'entomofaune floricole et son impact sur la pollinisation et les rendements d'une plante peuvent varier dans l'espace et dans le temps (Tchuenguem, 2005). Il est donc nécessaire de mener des études dans la Région du Nord (Cameroun) sur *V. unguiculata* pour compléter les données existantes relatives à cette espèce végétale. Le présent travail a pour objectif principal de contribuer à la maîtrise des relations entre *V. unguiculata* var. BR<sub>1</sub> et *A. mellifera* pour leur exploitation optimale. De manière spécifique, les objectifs étaient : (a) d'inventorier les insectes qui visitent les fleurs de *V. unguiculata*, (b) d'étudier l'activité de *A. mellifera* sur les fleurs de cette Fabaceae, (c) d'évaluer l'impact des insectes dont *A. mellifera* sur les rendements en gousses et en graines de cette essence, (d) estimer la valeur apicole de *V. unguiculata* et (d) déterminer l'efficacité pollinisatrice de cette abeille.

## I. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### I.1. Matériel

#### I.1.1. Sites d'étude

Les investigations ont été menées de juin à novembre 2018 et 2019 à Djoumassi, Arrondissement de Garoua 1<sup>er</sup>, Département de la Bénoué, dans la Région du Nord au Cameroun. Cette Région appartient à la zone écologique dite Soudano-Sahélienne (MINEPAT, 2014). Le climat est de type

soudanien, caractérisé par deux saisons : une saison des pluies (avril à octobre) et une saison sèche (novembre à mars). La température moyenne annuelle est de 27°C et l'hygrométrie moyenne annuelle de 1250 mm (Donfack, 1998 ; Hieng, 2009 ; MINEPAT, 2014).

### I.1.2. Station d'étude

La station d'étude était une parcelle de 437 m<sup>2</sup> dont 23 m de longueur sur 19 m de largeur. Cette parcelle expérimentale était centrée sur des points dont les coordonnées géographiques sont les suivantes : latitude 9°23'16.8' N ; longitude : 13°23'20.6 E ; altitude : 1021 m.

### I.1.3. Matériel biologique

Le matériel animal était constitué de plusieurs espèces d'insectes naturellement présents dans l'environnement des sites d'étude et de cinq (2018) et trois (2019) colonies de *A. mellifera*. Le matériel végétal était constitué des graines de *V. unguiculata* variété BR<sub>1</sub> achetées à l'Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD) de Maroua. La végétation était représentée par quelques espèces naturelles de la savane et des galeries forestières.

## I.2. Méthodes

### I.2.1. Préparation des parcelles expérimentales, semis et entretien de la culture

Du 12 au 21 août 2018 et 2019, une parcelle expérimentale de 437 m<sup>2</sup> a été délimitée, défrichée et labourée, puis 8 sous-parcelles de 8 m de longueur et de 4,5 m de largeur chacune ont été constituées. L'espacement entre les sous-parcelles était de 1 m. Le 21 août (2018) et le 23 août (2019), les graines de *V. unguiculata* ont été semées en poquet sur dix lignes par sous-parcelle, à raison de quatre graines par poquet. Les espacements sur les lignes et

entre les lignes étaient respectivement de 0,5 et 75 cm (Mazi *et al.*, 2020). De la germination (survenue le 25 août en 2018 et le 27 août en 2019) à l'épanouissement des premières fleurs (le 30 octobre en 2018 et le 04 octobre en 2019), les parcelles ont été régulièrement sarclées à la houe. Durant la période de floraison jusqu'à la maturation des gousses, le désherbage a été fait à la main.

### I.2.2. Détermination du mode de reproduction de *Vigna unguiculata*

Le 29 octobre 2018 et le 03 octobre 2019, 240 fleurs de *V. unguiculata* ont été étiquetées (Figure 1) et deux traitements constitués :

- traitement 1 (2018) ou 5 (2019) : 120 fleurs laissées en libre pollinisation et sur lesquelles aucune capture d'insectes n'a été faite ;
- traitement 2 (2018) ou 6 (2019) : 120 fleurs protégées des insectes à l'aide des sachets à toile gaze.

A la récolte, le nombre de gousses formées a été compté dans chaque traitement. Pour chaque traitement, l'indice de fructification (*Ifr*) a été calculé à l'aide de la formule ci-après :  $Ifr = Fb/Fa$ , où *Fb* est le nombre de gousses formées et *Fa* le nombre de fleurs viables initialement portées (Tchuengem *et al.*, 2001). La différence entre les indices de fructification dans le traitement aux plantes laissées en libre pollinisation et celui dans le traitement aux plantes protégées des insectes a permis de calculer les taux d'allogamie (*TC*) et d'autogamie (*TA*) selon les formules ci-après :  $TC = [(IfrX - IfrY) / IfrX] * 100$ , où *IfrX* et *IfrY* sont les indices de fructification moyens dans les traitements X (plantes laissées en libre pollinisation) et Y (plantes protégées des insectes) respectivement (Tchuengem *et al.*, 2001).  
 $TA = 100 - TC$



**A** : Fleur laissée en libre pollinisation ; **B** : Fleur protégée des insectes à l'aide d'un sachet en toile gaze

**Figure 1** : Fleurs étiquetées de *Vigna unguiculata*

### I.2.3. Étude de l'activité des insectes sur les fleurs

Les observations ont été faites tous les jours, du 30 octobre au 04 novembre 2018 et du 04 au 10 octobre 2019, sur les fleurs des traitements 1 et 5 respectivement, selon six tranches horaires journalières : 6 - 7 h, 8 - 9 h, 10 - 11 h, 12 - 13 h, 14 - 15 h et 16 - 17 h. Pour chacune de ces tranches horaires, les différents insectes retrouvés 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 sur les fréquences de visites des différents insectes floricoles recensés ont permis de déterminer la place de *A. mellifera* dans l'entomofaune anthophile de *V. unguiculata* à l'aide de la formule suivante :  $Fi = [(Vi / Vj) * 100]$ , avec  $Vi$  le nombre de visites de l'insecte  $i$  sur les fleurs du traitement 1 ou 5 et  $Vj$  le nombre de visites de tous les insectes sur ces mêmes fleurs (Mazi et al., 2020).

Les produits (pollen ou nectar) récoltés et/ou recherchés par les insectes sur les fleurs ont été systématiquement notés lors de l'enregistrement des durées de visites par

fleur (Tchuenguem, 2005). Une abeille qui enfonce sa tête ou sa trompe dans une fleur est une chercheuse de nectar ; si à l'aide des mandibules et des pattes elle gratte les anthères, il s'agit d'une récolteuse de pollen (Jean-Prost, 1987). Les abondances des butineuses par fleur ont été enregistrées à la suite des comptages directs. Pour les abondances par 1000 fleurs ( $A_{1000}$ ), les abeilles ont été comptées sur un nombre connu de fleurs.  $A_{1000}$  a été calculé à l'aide de la formule suivante :  $A_{1000} = [(Ax / Fx) * 1000]$ , où  $Fx$  et  $Ax$  sont respectivement le nombre de fleurs et le nombre de butineuses effectivement comptées sur les fleurs épanouies à l'instant  $x$  (Tchuenguem, 2005). Les données ont été enregistrées pendant les mêmes dates et périodes journalières que pour la fréquence des visites.

La durée des visites par fleur est le temps que met *A. mellifera* pour prélever le produit floral (Tchuenguem, 2005). Ce paramètre a été enregistré à l'aide d'un chronomètre, aux mêmes dates que pour l'enregistrement de la fréquence des visites, pendant les tranches horaires journalières suivantes : 7 - 8 h, 9 - 10 h, 11 - 12 h, 13 - 14 h, 15 - 16 h et 17 - 18 h. Selon Jacob-Remacle (1989), la vitesse de butinage

correspond au nombre de fleurs visitées par un insecte en une minute. Elle a été chronométrée aux mêmes dates et périodes journalières que pour les durées de visites par fleur.  $V_b$  est calculée à l'aide de la formule suivante :  $V_b = (Fi / di) * 60$  où,  $di$  est la durée donnée par le chronomètre et  $Fi$  le nombre de fleurs correspondant à  $di$  (Tchuenguem, 2005). L'influence de la faune (interruption des visites par des concurrents ou des prédateurs) et de la flore avoisinante (passage des butineuses de la fleur de *V. unguiculata* à celle d'une autre espèce végétale et vice versa) a été systématiquement enregistrée lors du chronométrage de la durée des visites par fleur (Tchuenguem, 2005). Durant chaque journée d'observation, la température et l'hygrométrie de station d'étude ont été enregistrées toutes les 30 minutes, de 6 h à 18 h, à l'aide d'un thermo-hygromètre portable installé à l'ombre.

#### I.2.4. Estimation de la valeur apicole

La valeur apicole de *V. unguiculata* a été évaluée à l'aide des données sur son intensité de floraison et l'attractivité des ouvrières de *A. mellifera* vis-à-vis de son pollen et/ou de son nectar (Tchuenguem, 2009 ; Pharaon *et al.*, 2019).

#### I.2.5. Évaluation de l'impact des insectes anthophiles sur les rendements de *Vigna unguiculata*

L'évaluation de l'impact des insectes sur les rendements était basée sur la comparaison des taux de fructification, du nombre moyen de graines par gousse et du pourcentage de graines normales (bien développées) des traitements X, Y et Z. Le taux de fructification dû aux insectes floricoles dont *A. mellifera* ( $Fr_i$ ) a été calculé à l'aide de la formule suivante :  $Fr_i = \{[(FX + Eg) - FY / (FX + Eg)] * 100\}$ , où  $FX$  et  $FY$  sont les taux de fructification dans les traitements X (plantes aux fleurs libres), Y (plantes aux fleurs protégées) et  $Eg$  l'effet du sachet en toile en gaze qui est calculé suivant la formule  $Eg = FY - FZ$  où  $FZ$  est le taux de fructification dans le traitement Z (fleurs protégées, puis destinées à l'ouverture et à la fermeture sans visite d'insecte ou de tout autre organisme). Au final,  $Fr_i = \{[(FX - FZ)$

$/ (FX + FY - FZ)] * 100\}$  (Diguir *et al.*, 2020).

Pour un traitement x, le taux de fructification ( $F_x$ ) est :  $F_x = [(F_b / F_a) * 100]$  où  $F_b$  est le nombre de gousses formées et  $F_a$  le nombre de fleurs étiquetées (Tchuenguem, 2005).

Le pourcentage du nombre moyen de graines par gousse et le pourcentage de graines normales attribuables aux insectes floricoles ont été calculés de la même manière que pour le taux de fructification.

#### I.2.6. Évaluation de l'efficacité pollinisatrice de *Apis mellifera* sur *Vigna unguiculata*

Parallèlement à la mise en place des traitements 1, 2, 5 et 6, 300 boutons floraux ont été étiquetés et deux traitements constitués :

- traitement 3 (2018) ou 7 (2019) : 200 fleurs étiquetées (au stade bouton) et protégées des insectes, puis destinées à la visite par *A. mellifera* ;
- traitement 4 (2018) ou 8 (2019) : 100 fleurs étiquetées (au stade bouton) et protégées des insectes à l'aide des sachets en toile gaze puis destinées à l'ouverture et à la fermeture sans visite d'insecte ou tout autre organisme.

Dès l'épanouissement de chaque fleur des traitements 3 et 7, la toile gaze était délicatement enlevée, pendant la période journalière d'activité optimale de l'abeille domestique et la fleur laissée en libre pollinisation était observée pendant une à dix minutes pour noter la visite éventuelle par *A. mellifera*. Après cette opération, la fleur était de nouveau protégée et n'était plus manipulée.

Pour les traitements 4 et 8, dès l'épanouissement de chaque fleur, la toile gaze était délicatement enlevée, puis la fleur était observée pendant une à dix minutes en évitant la visite par un insecte ou du tout autre organisme. Après cette manipulation, la fleur était de nouveau protégée et n'était plus manipulée.

A la maturité des gousses, la récolte a été faite dans les traitements 3, 4, 7 et 8. Le taux de fructification, le nombre moyen de graines par gousse et le pourcentage des graines normales attribuables à l'influence de *A. mellifera* ont été calculés.

Le taux de fructification attribuable à *A. mellifera* ( $Fr_A$ ) a été calculé à l'aide de la formule suivante :  $Fr_A = \{[(Fr_3 - Fr_4) / Fr_3] * 100\}$ , où  $Fr_3$  et  $Fr_4$  sont les taux de fructification dans les traitements 3 et 4 respectivement (Tchuenguem, 2005). Le pourcentage du nombre moyen de graines par gousse et le pourcentage de graines normales

attribuables à l'abeille domestique ont été calculés de la même manière que pour le taux de fructification.

### 1.2.7. Traitement des données

L'analyse des données a été faite à l'aide de la statistique descriptive (calcul des moyennes, écart-types et pourcentages), de l'ANOVA ( $F$ ) pour la comparaison des moyennes de plus de deux échantillons, du test- $t$  de Student pour la comparaison des moyennes de deux échantillons ; du Chi-carré ( $\chi^2$ ) pour la comparaison des pourcentages et du Coefficient de corrélation de Pearson ( $r$ ) pour l'étude des relations linéaires entre deux variables.

Le logiciel Excel 2016 a été également utilisé.

### II.1. Mode de reproduction de *Vigna unguiculata*

L'indice de fructification a été de 0,91, 0,51, 0,85 et 0,67 dans les traitements 1, 2, 5 et 6 respectivement. En 2018,  $TC = 43,95\%$  et  $TA = 56,05\%$ . En 2019, les figures correspondantes étaient de 21,18 % et de 78,82 %. Ainsi, *V. unguiculata* variété BR<sub>1</sub> a un mode de reproduction mixte allogame-autogame, avec prédominance de l'autogamie.

### II.2. Fréquence de visites de *Apis mellifera*

Sur 485 et 433 visites de 25 et 23 espèces d'insectes dénombrées respectivement en 2018 et 2019 sur les fleurs de *V. unguiculata*, *A. mellifera* a été l'espèce la plus représentée avec 144 visites (26,69 %) et 174 visites (40,18 %) (Tableau 1). La différence entre ces deux pourcentages est très hautement significative ( $\chi^2 = 11,13$ ;  $ddl = 1$ ;  $P < 0,001$ ). Le Tableau 1 présente la liste de ces insectes avec leurs fréquences de visites.

## II. RESULTATS

**Tableau 1** : Insectes recensés sur les fleurs de *Vigna unguiculata* à Djoumassi en 2018 et 2019, nombre et pourcentage de visites des différents insectes

Ordre	Famille	Genre et espèce	2018		2019		Total		
			$n_1$	$p_1$ (%)	$n_2$	$p_2$ (%)	$n_T$	$p_T$ (%)	
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Cheilomenes lunata</i> (po)	0	-	2	0,46	2	0,22	
	Meloidae	<i>Coryna</i> sp. (mf)	2	0,41	4	0,92	6	0,65	
Diptera	Calliphoridae	(1 sp.) (ne)	1	0,21	0	-	1	0,11	
	Muscidae	<i>Musca domestica</i> (ne)	7	1,44	3	0,69	10	1,09	
	Syrphidae	(1 sp.) (po)	1	0,21	0	-	1	0,11	
Hemiptera	Pentatomidae	(1 sp.) (ne)	0	-	3	0,69	3	0,33	
Hymenoptera	Apidae	<i>Amegilla</i> sp. 1 (ne, po)	9	1,86	4	0,92	13	1,42	
		<i>Amegilla</i> sp. 2 (ne, po)	11	2,27	0	-	11	1,20	
		<i>Apis mellifera</i> (ne)	144	29,69	174	40,18	318	34,64	
		<i>Dactylurina staudingeri</i> (po)	3	0,62	0	-	3	0,33	
		<i>Lipotriches collaris</i> (po)	8	1,65	0	-	8	0,87	
		<i>Xylocopa inconstans</i> (ne)	25	5,15	15	3,46	40	4,36	
		<i>Xylocopa olivacea</i> (ne)	74	15,26	56	12,93	130	14,16	
		Formicidae	<i>Camponotus flavomarginatus</i> (ne)	14	2,89	8	1,85	22	2,40
			<i>Myrmicaria opaciventris</i> (ne)	0	-	3	0,69	3	0,33
			(1 sp.) (ne)	0	-	7	1,62	7	0,76
	Halictidae	<i>Halictus</i> sp. (ne, po)	21	4,33	19	4,39	40	4,36	
	Megachilidae	<i>Chalicodoma</i> sp. (ne)	33	6,80	42	9,70	75	8,17	

ADAMOU et al. : Impact de l'activité pollinisatrice de *Apis mellifera* (Hymenoptera : Apidae) sur les rendements fruitier et grainier de *Vigna unguiculata* (Fabaceae) variété BR1 à Djoumassi (Nord, Cameroun)

		<i>Megachile</i> sp. (ne)	24	4,95	17	3,93	41	4,47
	Vespidae	<i>Belonogaster juncea</i> (ne)	11	2,27	6	1,39	17	1,85
		(2 sp.) (ne)	9	1,86	22	5,08	31	3,38
Lepidoptera	Acraeidae	<i>Acraea acerata</i> (ne)	7	1,44	0	-	7	0,76
	Pieridae	<i>Eurema</i> sp. (ne)	19	3,92	0	-	19	2,07
		<i>Papilio demodocus</i> (ne)	20	4,12	18	4,16	38	4,14
		(2 sp.) (ne)	23	4,74	10	2,31	33	3,59
Orthoptera	Acridae	<i>Tettigonia viridissima</i> (mf)	0	-	5	1,15	5	0,54
		(2 sp.) (mf)	19	3,92	15	3,46	34	3,70
<b>Total</b>		<b>30 espèces</b>	<b>485</b>	<b>100</b>	<b>433</b>	<b>100</b>	<b>918</b>	<b>100</b>

**po** : récolte de pollen ; **ne** : collecte de nectar ; **mf** : mange les fleurs ; **n<sub>1</sub>** : nombre de visites sur 120 fleurs en six jours ; **n<sub>2</sub>** : nombre de visites en sept jours ; **p** : pourcentage de visites ; **p<sub>1</sub>** :  $n_1/485*100$  ; **p<sub>2</sub>** :  $n_2/433*100$  ; **sp.** : espèce indéterminée ; ( ) : nombre d'espèce ; comparaison des pourcentages de visites de *Apis mellifera* (2018/2019) :  $\chi^2 = 11,13$  ;  $ddl = 1$  ;  $P < 0,001$ .

### II.3. Activité de *Apis mellifera* au niveau des fleurs de *Vigna unguiculata*

#### II.3.1. Aliments récoltés

Durant les périodes d'observation sur les fleurs de *V. unguiculata*, les ouvrières de *A. mellifera* ont récolté fortement et exclusivement le nectar (Figure 2).

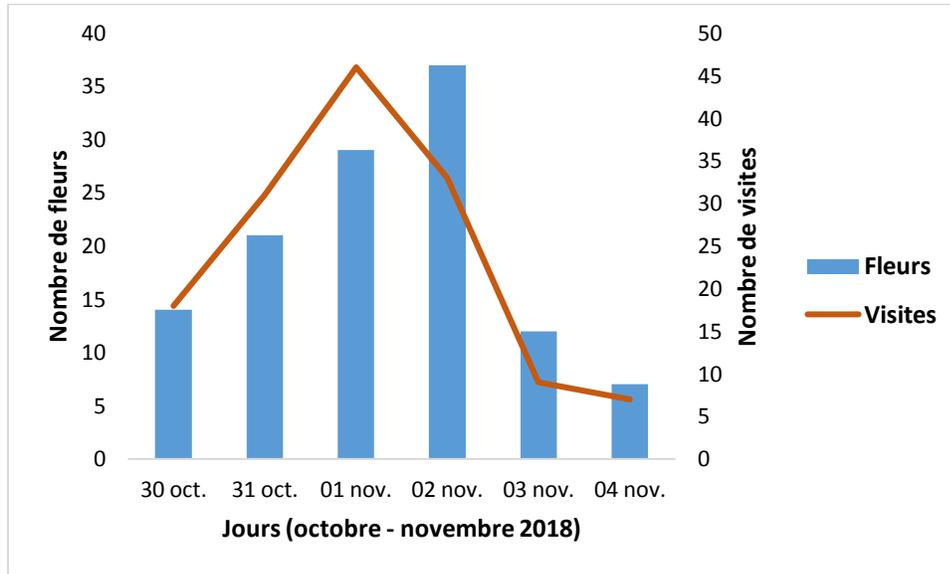


**Figure 2** : Ouvrière de *Apis mellifera* récoltant le nectar sur une fleur de *Vigna unguiculata*

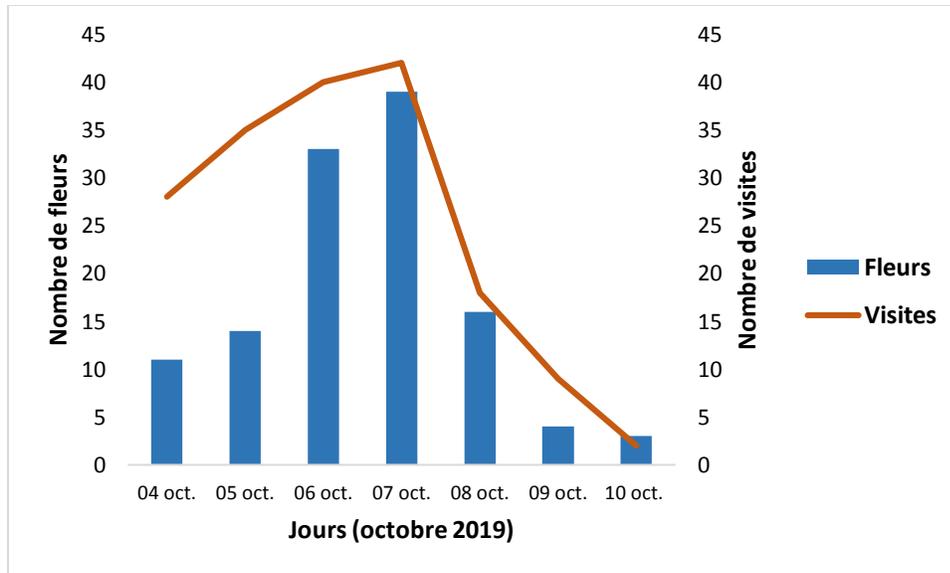
### II.3.2. Rythme des visites selon le rythme d'épanouissement des fleurs de *Vigna unguiculata*

La Figure 3 montre les variations du nombre de fleurs épanouies de *V. unguiculata* et celles du nombre de visites de *A. mellifera* selon les jours

d'observation. Il en ressort que le nombre de visites de *A. mellifera* est globalement proportionnel au nombre de fleurs épanouies sur *V. unguiculata*. La corrélation entre ces deux paramètres est positive et significative en 2018 ( $r = 0,85$  ;  $ddl = 4$  ;  $P < 0,05$ ) comme en 2019 ( $r = 0,85$  ;  $ddl = 5$  ;  $P < 0,05$ ).



A



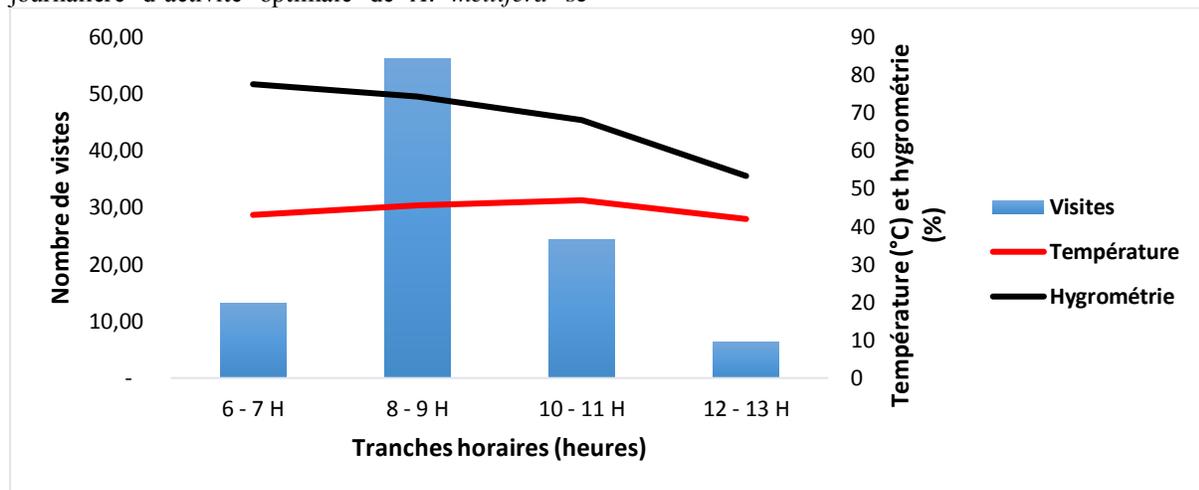
B

**Figure 3 :** Variation du nombre de fleurs épanouies de *Vigna unguiculata* et du nombre de visites de *Apis mellifera* selon les jours d'observation à Djoumassi en 2018 (A) et 2019 (B)

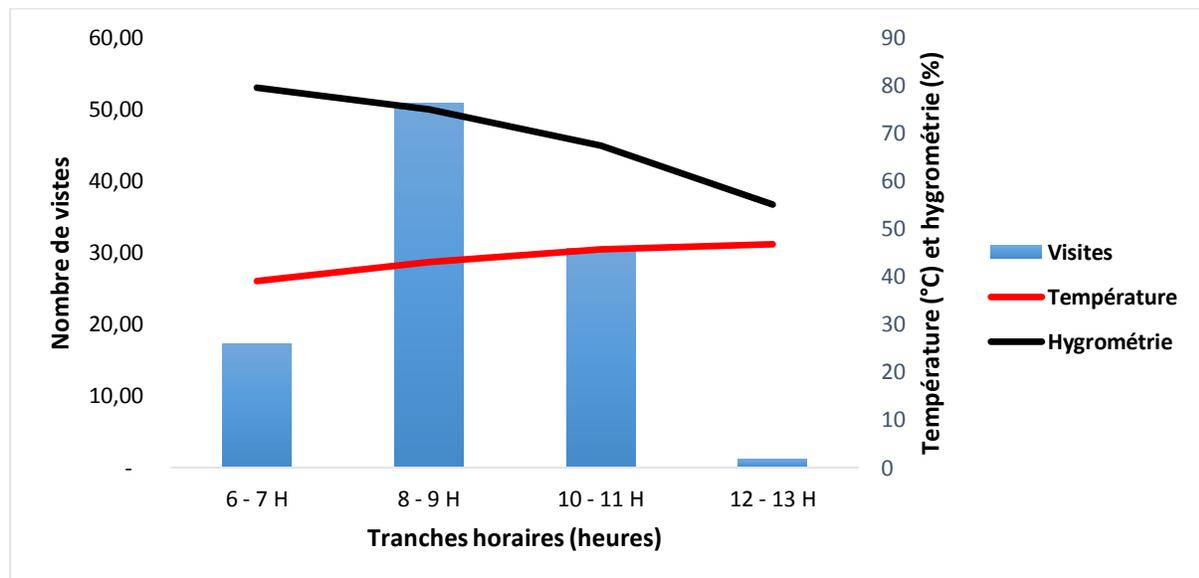
### II.3.3. Rythme des visites en fonction des tranches horaires journalières d'observation

L'activité de *A. mellifera* commençait le matin avec l'épanouissement des fleurs et diminuait fortement aux environs de 13 h avec leur fanaison en 2018 comme en 2019 (Figure 4). La période journalière d'activité optimale de *A. mellifera* se

situait entre 8 h et 9 h. Il n'y a pas de corrélation entre la température et le nombre de visites de *A. mellifera* en 2018 ( $r = 0,64$  ;  $ddl = 2$  ;  $P > 0,05$ ), comme en 2019 ( $r = 0,21$  ;  $ddl = 2$  ;  $P > 0,05$ ). De même, il n'y a aucune corrélation entre ce nombre de visites et l'hygrométrie à en 2018 ( $r = 0,60$  ;  $ddl = 2$  ;  $P > 0,05$ ), comme en 2019 ( $r = 0,59$  ;  $ddl = 2$  ;  $P > 0,05$ ).



A



B

**Figure 4** : Variations de la température, de l'hygrométrie et du nombre de visites de *Apis mellifera* sur les fleurs de *Vigna unguiculata* selon les tranches horaires d'observation à Djoumassi en 2018 (A) et 2019 (B)

#### II.3.4. Abondance de *Apis mellifera*

En 2018, le plus grand nombre d'ouvrières simultanément en activité était de 1 ( $n = 108$  ;  $s = 0$ ) par fleur et de 401,87 ( $n = 109$  ;  $s = 119,73$ ) par 1000 fleurs de *V. unguiculata*. En 2019, les figures correspondantes étaient de 1 ( $n = 94$  ;  $s = 0$ ) et 406,38 ( $n = 94$  ;  $s = 120,76$ ). La comparaison des abondances moyennes par 1000 fleurs en 2018 et 2019 révèle une différence non significative ( $t = -0,27$  ;  $ddl = 201$  ;  $P > 0,05$ ). Pour les deux années cumulées d'étude, l'abondance moyenne par 1000 fleurs était 404,125.

#### II.3.5. Durée des visites par fleur

La durée moyenne d'une visite de *A. mellifera* par fleur de *V. unguiculata* a été de 3,87 sec ( $n = 146$  ;  $s = 3,07$ ) en 2018 et de 3,52 sec ( $n = 131$  ;  $s = 2,56$ ) en 2019. La comparaison des durées moyennes de visites par fleur en 2018 et 2019 révèle une différence non significative ( $t = 0,12$  ;  $ddl = 353$  ;  $P > 0,05$ ). Pour les deux années cumulées d'étude, la durée moyenne de visite était de 3,70 sec.

#### II.3.6. Vitesse de butinage

La vitesse moyenne de butinage de *A. mellifera* a été de 8,18 fleurs / min ( $n = 296$  ;  $s = 7,20$ ) en 2018 et de 7,65 fleurs / min ( $n = 272$  ;  $s = 5,16$ ) en 2019. La comparaison des vitesses moyenne de butinage en 2018 et en 2019 montre une différence non significative ( $t = 0,08$  ;  $ddl = 566$  ;  $P > 0,05$ ). Pour les deux années d'étude, la vitesse moyenne de butinage était de 7,92 fleurs / min.

#### II.3.7. Influence de la faune

Les visites de *A. mellifera* étaient interrompues par d'autres insectes qui étaient des concurrents pour le nectar. Les 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. En 2018, sur 144 visites de *A. mellifera* étudiées, 13 (9,03 %) ont été interrompues par d'autres ouvrières de *A. mellifera* et 21 (14,58 %) par *X. olivacea*. En 2019, sur 174 visites de *A. mellifera* enregistrées, 33 (18,97 %) ont été interrompues par d'autres ouvrières de *A. mellifera*, 11 (6,32 %) par *Belonogaster juncea* et 02 (1,15 %) par *Chalicodoma*

sp. Ces perturbations avaient pour conséquence la réduction de la durée de certaines visites ; ceci obligeait les butineuses à visiter un plus grand nombre de fleurs lors d'un voyage de butinage pour obtenir leur charge optimale de pollen.

#### II.3.8. Influence de la flore avoisinante

Pendant toute la période d'observation, les ouvrières de *A. mellifera* ont visité les fleurs d'autres espèces végétales en floraison situées à proximité des parcelles expérimentales pour leur pollen (Po) et / ou nectar (Ne). Parmi ces plantes, on a noté *Gossypium hirsutum* (Ne, Po), *Zea mays* (Po), *Curcubita* sp. (Ne, Po), *Citrullus lanatus* (Ne, Po), *Abelmoscus esculentus* (Ne), *Sesamum indicum* (Po) et *Ceratotheca sesamoides* (Po). Aucun passage de *A. mellifera* des fleurs de *V. unguiculata* à celles de ces espèces végétales et vice versa n'a été noté. Les butineuses étaient ainsi fidèles aux fleurs de cette Fabacée lors des voyages de butinage.

#### II.3.9. Valeur apicole de *Vigna unguiculata*

Durant les périodes de floraison de *V. unguiculata*, les ouvrières de *A. mellifera* avaient une très bonne activité au niveau des fleurs de cette Fabaceae. En particulier, il y avait une grande fréquence de visites accompagnée d'une très bonne récolte du nectar. Ces résultats mettent en évidence la très bonne attractivité du nectar de *V. unguiculata* vis-à-vis de *A. mellifera* et permettent de classer cette Fabaceae parmi les plantes apicoles fortement nectarifères.

#### II.4. Impact des insectes floricoles sur la pollinisation et les rendements en gousses et en graines de *Vigna unguiculata*

Pendant leur activité de butinage, les insectes floricoles rentraient en contact avec les anthères et le stigmate des fleurs visitées ; favorisant ainsi la pollinisation de *V. unguiculata*. Le Tableau 2 présente les taux de fructifications, les nombres moyens de graines par gousse et les pourcentages de graines normales dans les différents traitements de *V. unguiculata*.

**Tableau 2 :** Taux de fructification, nombre moyen de graines par gousse et pourcentage de graines normales selon les différents traitements de *Vigna unguiculata* à Djoumassi en 2018 et 2019.

Années	Traitements	NFE	NGF	TF (%)	Graine / gousse			NTG	NGN	% GN
					n	m	s			
2018	1 (FL)	120	109	90,83	88	14,61	5,09	1607	1432	89,11
	2 (FP)	120	61	50,83	51	9,31	2,21	568	214	37,68
	3 (FvA)	172	137	79,65	128	14,99	5,25	1934	1668	86,25
	4 (Fpsv)	98	60	61,22	47	10,36	3,35	487	296	60,78
2019	5 (FL)	120	102	85	96	15,02	5,24	1457	1305	89,57
	6 (FP)	120	80	66,66	65	9,37	2,12	637	244	38,80
	7 (FvA)	181	156	86,19	146	14,86	5,32	2170	1873	86,31
	8 (Fpsv)	91	58	63,74	52	10,77	3,52	560	363	64,82

**FL:** fleurs laissées en libre pollinisation; **FP:** fleurs protégées des insectes; **Fpsv :** fleurs protégées ouvertes mais sans visite d'insecte ; **FvA :** fleurs visitées exclusivement par *A. mellifera*; **NFE:** nombre de fleurs étudiées; **NGF:** nombre de gousses formées; **TF:** taux de fructification, **n:** effectif de l'échantillon; **m:** moyenne; **s:** écart-type; **NTG:** nombre total de graines; **NGN:** nombre de graines normales; **%GN:** pourcentage de grains normales.

Nous tenons du tableau 2 que :

a) Le taux de fructification a été de 90,83 %, 50,83 %, 85 % et 66,66 % dans les traitements 1, 2, 5 et 6 respectivement ; la différence entre ces quatre pourcentages est globalement très hautement significative ( $\chi^2 = 60,94$  ;  $ddl = 3$  ;  $P < 0,001$ ). Les comparaisons deux à deux de ces pourcentages montrent que la différence est très hautement significative entre les traitements 1 et 2 ( $\chi^2 = 46,47$  ;  $ddl = 1$  ;  $P < 0,001$ ) et entre les traitements 5 et 6 ( $\chi^2 = 11$  ;  $ddl = 1$  ;  $P < 0,001$ ) ;

b) le nombre moyen de graines par gousse a été de 14,61, 9,31, 15,02 et 9,37 dans les traitements 1, 2, 5 et 6 respectivement ; la différence entre ces quatre moyennes est globalement significative ( $F = 193,05$  ;  $ddl = 3$  ;  $ddl = 296$  ;  $P < 0,05$ ). Les comparaisons deux à deux de ces moyennes montrent que la différence est très hautement significative entre les traitements 1 et 2 ( $t = 9,07$  ;  $ddl = 198$  ;  $P < 0,001$ ) et entre les traitements 5 et 6 ( $t = 9,43$  ;  $ddl = 159$  ;  $P < 0,001$ ) ;

c) le pourcentage de graines normales a été de 89,11 %, 37,68 %, 89,57 % et 38,80% dans les traitements 1, 2, 5 et 6 respectivement ; la différence entre ces quatre pourcentages est globalement très hautement significative ( $\chi^2 = 1209,88$  ;  $ddl = 3$  ;  $P < 0,001$ ). Les comparaisons deux à deux de ces pourcentages montrent que la différence est très hautement significative entre les traitements 1 et 2 ( $\chi^2 = 603,17$  ;  $ddl = 1$  ;  $P < 0,01$ ) et entre les traitements 5 et 6 ( $\chi^2 = 604,97$  ;  $ddl = 1$  ;  $P < 0,001$ ).

Le taux de fructification dû à l'influence des insectes floricoles dont *A. mellifera* a été de 36,81 % en 2018, 24,18 % en 2019 et de 30,50 % pour les

deux années. Le pourcentage du nombre de graines par gousse attribuable aux insectes floricoles a été de 31,34 % en 2018, 31,20 % en 2019 et de 31,27 % pour les deux années. Le pourcentage de graines normales dû à l'influence des insectes floricoles a été de 42,92 % en 2018, 39,95 % en 2019 et de 41,44 % pour les deux années. L'amélioration des rendements en gousses et en graines de *V. unguiculata*, ainsi que la production des graines de bonne qualité résultent de l'activité de butinage des insectes sur la pollinisation des fleurs butinées.

## II.5. Efficacité pollinisatrice de *Apis mellifera* sur *Vigna unguiculata*

Lors de la récolte du nectar sur une fleur de *V. unguiculata*, les ouvrières de *A. mellifera* se trouvaient toujours en contact avec les anthères et le stigmate. La fréquence des contacts entre ces butineuses, le stigmate et les anthères était de 100 %. Ainsi, *A. mellifera* avaient fortement augmenté les possibilités de pollinisation de *V. unguiculata*. Nous tenons du tableau 2 que :

a) le taux de fructification a été de 79,65 %, 61,22 %, 86,19 % et 63,74 % dans les traitements 3, 4, 7 et 8 respectivement ; la différence entre ces quatre pourcentages est globalement très hautement significative ( $\chi^2 = 30,63$  ;  $ddl = 3$  ;  $P < 0,001$ ). Les comparaisons deux à deux de ces pourcentages montrent que la différence est hautement significative entre les traitements 3 et 4 ( $\chi^2 = 10,75$  ;  $ddl = 1$  ;  $P < 0,01$ ) et très hautement significative entre les traitements 7 et 8 ( $\chi^2 = 18,19$  ;  $ddl = 1$  ;  $P < 0,001$ ) ;

b) le nombre moyen de graines par gousse a été de 14,99, 10,36, 14,86 et 10,77 dans les traitements 3, 4,

7 et 8 respectivement ; la différence entre ces quatre moyennes est globalement très hautement significative ( $F = 116,77$  ;  $ddl = 3$  ;  $ddl2 = 369$  ;  $P < 0,001$ ). Les comparaisons deux à deux de ces moyennes montrent que la différence est très hautement significative entre les traitements 3 et 4 ( $t = 6,82$  ;  $ddl = 173$  ;  $P < 0,001$ ) et entre les traitements 7 et 8 ( $t = 6,18$  ;  $ddl = 196$  ;  $P < 0,001$ ) ;

c) le pourcentage de graines normales a été de 86,25 %, 60,78 %, 86,31 % et 64,82 % dans les traitements 3, 4, 7 et 8 respectivement ; la différence entre ces quatre pourcentages est globalement très hautement significative ( $\chi^2 = 183,80$  ;  $ddl = 3$  ;  $P < 0,001$ ). Les comparaisons deux à deux de ces pourcentages montrent que la différence est très hautement significative entre les traitements 3 et 4 ( $\chi^2 = 164,75$  ;  $ddl = 1$  ;  $P < 0,001$ ) et entre les traitements 7 et 8 ( $\chi^2 = 138,73$  ;  $ddl = 1$  ;  $P < 0,001$ ).

Le taux de fructification dû à *A. mellifera* a été de 23,14 % en 2018, 26,05 % en 2019 et de 24,60 % pour les deux années. Le pourcentage du nombre de graines par gousse attribuable à *A. mellifera* a été de 30,89 % en 2018, 27,52 % en 2019 et de 29,21 % pour les deux années. Le pourcentage de graines normales dû à *A. mellifera* a été de 29,53 % en 2018, 24,90 % en 2019 et de 27,22 % pour les deux années.

### III. DISCUSSION

*Vigna unguiculata* variété BR1 a un mode de reproduction mixte allogame-autogame, avec prédominance de l'autogamie. Aux Etats - Unis d'Amérique, Fery (1985) avait montré que le niébé est une plante autogame et que certaines variétés de cette plante ont un taux d'allogamie moyen de 1,14 %. Pendant les périodes d'observation, *A. mellifera* était l'insecte le plus fréquent sur les fleurs de *V. unguiculata* avec respectivement 29,69 % et 40,18 % de visites. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Kengni *et al.* (2015) ; Djonwangwé *et al.* (2017) ; Pharaon *et al.* (2019) au Cameroun et par Ndayikeza *et al.* (2014) au Burundi. A Maroua au Cameroun, Djonwangwé *et al.* (2017) a plutôt noté que *Megachile eurymera* était l'insecte le plus abondant sur les fleurs du niébé. La différence très hautement significative observée entre les fréquences de visites serait due à la variation du nombre de colonies de *A. mellifera* (5 en 2018 et 3 en 2019) à proximité du champ expérimental et aux conditions climatiques telles que la vitesse du vent, la pluie et l'ensoleillement.

L'activité de *A. mellifera* diminuait très fortement aux environs de 13 h. Ceci serait dû à la diminution de la quantité de nectar au niveau des fleurs ou à leur fanaison. Le pic d'activité de cette

abeille est situé dans la matinée (8 h – 9 h), ceci serait lié à la période de plus grande disponibilité du nectar au niveau de la fleur de cette plante et à la bonne attractivité de ce produit floral vis-à-vis de l'abeille mellifère. A Bélabo, Pharaon *et al.* (2019) ont mentionné le pic d'activité de cette abeille est situé entre 9h et 10h. Pendant la période de floraison de *V. unguiculata*, *A. mellifera* récoltait fortement et exclusivement le nectar ; ceci pourrait être dû au besoin des colonies pendant les périodes correspondantes. Ce résultat est similaire à celui obtenu à Ngaoundéré par Tchuenguem *et al.* (2009) ; tandis qu'à Bélabo, Pharaon *et al.* (2019) ont noté la récolte du nectar et du pollen de cette Fabacée par l'abeille domestique.

Lors de leur activité de butinage, les butineuses accroissent les possibilités de pollinisation de *V. unguiculata*. En effet, pendant leur visite, celles-ci secouent la fleur. Au niveau des anthères, ce mouvement faciliterait la libération du pollen pour l'occupation optimale du stigmate. La charge optimale du pollen sur le stigmate serait elle-même favorable à la formation des gousses et des graines de bonne qualité. Vaissière (2016) a d'ailleurs noté que la fructification est principalement tributaire de l'intensité de pollinisation. Ainsi, l'augmentation significative des rendements en présence des abeilles mellifères est la conséquence de l'activité de butinage de ces dernières sur la pollinisation des fleurs de cette herbacée. Au cours de leur voyage de butinage sur les fleurs de *V. unguiculata*, les ouvrières de *A. mellifera* reentraient fréquemment en contact avec le stigmate et les anthères. Elles peuvent de ce fait intervenir dans l'autopollinisation en mettant le pollen d'une fleur sur le stigmate de celle-ci. Ceci est d'autant plus probable que l'autogamie est prépondérante chez le niébé (Tchuenguem *et al.*, 2009 ; Pharaon *et al.*, 2019).

*Apis mellifera* a joué un rôle positif dans la fructification et la formation de graines normales de cette Fabacée. Au cours de son activité de butinage sur les fleurs de *V. unguiculata*, *A. mellifera* accroît les possibilités de pollinisation. En effet, quand elle se pose sur les fleurs, elle les secoue. 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 *A. mellifera* sont la conséquence de l'activité de cette abeille sur la pollinisation des fleurs visitées. La contribution positive de cette abeille dans les rendements de *V. unguiculata* via son efficacité pollinisatrice a été également démontrée à Ngaoundéré (Tchuenguem *et al.*, 2009) et à Bélabo (Pharaon *et al.*, 2019).

ADAMOUM et al. : Impact de l'activité pollinisatrice de *Apis mellifera* (Hymenoptera : Apidae) sur les rendements fruitier et grainier de *Vigna unguiculata* (Fabaceae) variété BR1 à Djoumassi (Nord, Cameroun)

## CONCLUSION

A Djoumassi au Cameroun, le niébé a bénéficié fortement de la pollinisation entomophile. Parmi les insectes qui visitent cette plante, *A. mellifera* a été majoritaire et a récolté fortement et exclusivement le nectar. La comparaison des rendements des fleurs protégées et visitées exclusivement par cette abeille à ceux des fleurs isolées a mis en évidence une augmentation significative du taux de fructification, du nombre de graines par gousse et du pourcentage de graines normales. L'efficacité pollinisatrice de *A. mellifera* sur les rendements du niébé a été prouvée. Le traitement des plants de *V. unguiculata* aux pesticides chimiques est à éviter pendant la période de floraison.

## RÉFÉRENCES

Abrol D P (2012). Pollination biology, Biodiversity conservation and agricultural production. *Springer Dordrecht Heidelberg*. London, 792 p.

Barbir J, Badenes-Pérez F R, Fernández-Quintanilla C and Dorado J (2015). The attractiveness of flowering herbaceous plants to bees (Hymenoptera: Apoidea) and hoverflies (Diptera: Syrphidae) in agroecosystems of Central Spain, *Agricultural and Forest Entomology* 17(1): 20–28.

Bressani R (1985). Nutritive value of cowpea. In: Singh, S.R., Rachie K. O. (Eds.), *Cowpea Research, Production and Utilization*. Wiley, Winchester, UK, pp 353-359.

Brink M and Belay G (2006). Plant Resources of Tropical Africa 1. Cereals and pulses. *Foundation PROT A/ Backhuys/ CTA*, Wageningen, Pays-Bas, 328 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.

Djonwangwé D, Pando J B, Ballé K, Mbonoma B, Tchuenguem F F – N and Messi J (2017). Impact des activités de butinage de *Xylocopa inconstans* Smith F. 1874 (Hymenoptera : Apidae) et *Megachile eurymera* Smith 1864 (Hymenoptera : Megachilidae) sur la pollinisation et les rendements fruitier et grainier de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. 1843 (Fabaceae) à

Maroua, Extrême - Nord, Cameroun. *Afrique Science*, 13 (5): 1-17.

Donfack P (1998). Fallow vegetation in Northern - Cameroon: Typology, Diversity, Dynamic, Production. Postgraduate *Doctorate Thesis*, University of Yaoundé I, Cameroon, 118 p.

Fery R L (1985). The genetics of cowpea: a review of the world literature. In: *Cowpea research, production and utilization*, Singh S.R. and Rachie K.O. (eds). New-york, USA, Wiley, pp 25-62.

Hieng I O (2009). Etude des paramètres géotechniques des sols du Cameroun. *Clé (Eds)*, Yaoundé-Cameroun, 147 p.

Jacob - Remacle A (1989). Comportement de butinage de l'abeille domestique et des abeilles sauvages dans des vergers de pommiers en Belgique. *Apidologie*, 20 (4): 271-285.

Kengni B S, Ngakou A, Tchuenguem F F - N (2015). Pollination and yield attributes of (cowpea) *Vigna unguiculata* L. Walp. (Fabaceae) as influenced by the foraging activity of *Xylocopa olivacea* Fabricius (Hymenoptera: Apidae) and inoculation with *Rhizobium* in Ngaoundere, Cameroon. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 6 (2): 62-76.

Kouassi S (2001). Entomofaune du niébé en culture, bio-écologie et gestion des populations de *Callosobruchus maculatus* FAB (Coleoptera Bruchidae) à l'aide d'huiles essentielles comme biopesticides dans les stocks de denrée en Côte d'Ivoire. *Thèse Université, Cocody, Côte d'Ivoire*, 119 p.

Mazi S, Kingha T B M, Adamou M and Yatahai C M (2020). Impact of the foraging activity of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) on increasing yields of *Gossypium hirsutum* (Malvaceae) in Djoumassi (Garoua, Cameroon). *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 12(1): 255-266.

MINEPAT. (2014). Rapport sur le développement économique du Cameroun (RADEC). Région du Nord, Cameroun, 180 p.

Ndayikeza L, Nzigidahera B, Mpawenimana A and Théodore M (2014). Dominance d'*Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apoidea) dans les écosystèmes naturels et les agro-écosystèmes du Burundi: risque d'érosion de la faune des abeilles sauvages. *Bulletin scientifique de l'Institut national pour l'environnement et la conservation de la nature*, 13: 72-83.

Pfiffner L and Müller A (2016). Abeilles sauvages et pollinisation, FIBL, *Faits et chiffres*, pp 1-8.

ADAMOUE et al. : Impact de l'activité pollinisatrice de *Apis mellifera* (Hymenoptera : Apidae) sur les rendements fruitier et grainier de *Vigna unguiculata* (Fabaceae) variété BR1 à Djoumassi (Nord, Cameroun)

Pharaon M A, Douka C, Dounia, Eloundou C E, Tchuenguem F F - N (2019). Pollination efficiency of *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) on flowers of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (Fabaceae) at Bilone (Obala, Cameroon). *International Journal of Bioscience*, 14 (1): 1-11.

PNA, 2016. La France, terre de pollinisateurs pour la préservation des abeilles et des insectes sauvages. *France*, 139 p.

Potts S G, Imperatriz-Fonseca V, Ngo H T, Aizen M A, Biesmeijer J C and Breeze T D (2016). Safeguarding pollinators and their values to human well-being, *Nature*, pp. 1–10.

Tarawali S A, Singh B B, Peters M and Blade S F (1997). Cowpea haulms as fodder. In: *Singh B.B., Mohan Raj, D.R., Dashiell, K., Jackai, L.E.N. (Eds.), Advances in Cowpea Research*. Copublication of International Institute of Tropical Agricultural Sciences and the JIRCAS. IITA, Ibadan, Nigeria, pp 313-325.

Tchuenguem F F -N, Messi J and 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). Foraging and pollination behaviour of *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera: Apidae Apinae) on the flowers of three plants in Ngaoundéré (Cameroon): *Callistemon rigidus* (Myrtaceae), *Syzygium guineense* var. *macrocarpum* (Myrtaceae) and *Voacanga africana* (Apocynaceae). *State Doctorate Thesis*, University of Yaoundé I, Cameroun, 103 p.

Tchuenguem F F - N, Ngakou A, Kengni B S (2009). Pollination and yield responses of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) to the foraging activity of *Apis mellifera adansonii* (Hymenoptera: Apidae) at Ngaoundéré (Cameroon). *African Journal of Biotechnology*, 8 (9): 1988-1996.

Vaissière B (2016). Des abeilles et des fruits. Dossier Pollens, abeilles et compagnie - *Jardins de France*, France, 643 p.