

Activité de butinage et de pollinisation de *Xylocopa olivacea* Fabricius 1787 (Hymenoptera: Apidae) sur les fleurs de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. 1843 (Fabaceae) à Yaoundé-Cameroun

Joseph Blaise Pando⁽¹⁾⁽²⁾, Fernand-Nestor Tchuengem Fohouo⁽³⁾ & Joseph Lebel Tamesse^{(4)*}

(1) Laboratoire de Zoologie, Université de Yaoundé I, Faculté des Sciences, BP 812 Yaoundé, Cameroun.

(2) Laboratoire de Zoologie, Université de Maroua, Ecole Normale Supérieure, BP 55 Maroua, Cameroun.

(3) Laboratoire de Zoologie, Université de Ngaoundéré, Faculté des Sciences, BP 454 Ngaoundéré, Cameroun.

(4) Laboratoire de Zoologie, Université de Yaoundé I, Ecole Normale Supérieure, BP 47 Yaoundé, Cameroun, Tél. : 00 (237)77522850 - Fax : 00(237)22234616 - Email : jltamesse@yahoo.fr

Reçu le 28 janvier 2011, accepté le 07 mars 2013

Afin d'évaluer l'impact de *Xylocopa olivacea* Fabricius 1787 (Hymenoptera: Apidae) sur le rendement de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. 1843 (Fabaceae), les activités de butinage et de pollinisation des fleurs par ce xylocope ont été observées à Yaoundé (Cameroun). D'avril à juillet, 2008 et 2009 respectivement, 200 inflorescences pour chacune des périodes ont été étiquetées et deux lots formés selon la présence ou l'absence de protection vis-à-vis des insectes. Le comportement de butinage de l'Apidé sur les fleurs, son efficacité pollinisatrice, le taux de fructification, le nombre de graines par gousse et le taux de graines normales ont été évalués. Les résultats ont montré que *X. olivacea* butinait de 7 h à 15 h et pendant toute la période de floraison de *V. unguiculata*. Sur les fleurs de cette plante, *X. olivacea* récoltait intensément et régulièrement le nectar et le pollen. La vitesse moyenne de butinage était de 10,67 fleurs/min. Le taux de fructification, le nombre de graines par gousse et le pourcentage de graines normales issues des inflorescences non protégées de l'activité des insectes étaient significativement supérieurs à ceux issues des inflorescences protégées des insectes. A travers son efficacité pollinisatrice, *X. olivacea* a provoqué un accroissement significatif du taux de fructification de 35,22%, du nombre de graines par gousse de 29,93% et du pourcentage de graines normales de 19,18%. La pose des nids de *X. olivacea* dans les plantations de *V. unguiculata* est recommandée pour augmenter la production des gousses et des graines.

Mots clés: *Xylocopa olivacea*, *Vigna unguiculata*, efficacité de la pollinisation, rendements.

To determine *Xylocopa olivacea* Fabricius 1787 (Hymenoptera: Apidae) impact on yields of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. 1843 (Fabaceae), xylocope foraging and pollination activities were observed in Yaounde (Cameroon). From April to July, 2008 and in 2009 for the same period, 200 inflorescences for each year were labeled and divided in to two lots, differentiated according to the presence or absence of protection against insect's activities. The foraging behavior on flowers, its pollination efficiency, the fructification rate, the number of seeds per pod and the normal seeds rate were evaluated. Results show that *X. olivacea* foraged on *V. unguiculata* flowers from 7 am to 15 pm and throughout the whole blooming period. *Xylocopa olivacea* intensely harvested nectar and pollen. The mean foraging speed was 10.67 flowers/min. The fructification rate, the number of seeds per pod and the percentage of normal seeds on unprotected inflorescences from insect activities were significantly higher than on protected inflorescences from insect activities. Through its pollination efficiency, *X. olivacea* increased significant fructification rate in the order of 35.22%, the number of seed yields per pod was 29.93% and the percentage of the normal seeds was 19.18%. The installation of *X. olivacea* nests close to *V. unguiculata* field could be recommended to improve its pods and seeds production.

Keywords: *Xylocopa olivacea*, *Vigna unguiculata*, pollination efficiency, yields.

1. INTRODUCTION

Au Cameroun, le nombre de recherches sur les abeilles africaines est en augmentation en raison de leur importance vitale dans la pollinisation des cultures vivrières (Tchuenguem *et al.*, 2009a, 2009b ; Azo'o *et al.*, 2010, 2011, 2012a, 2012b ; Pando *et al.*, 2011a, 2011b ; Kingha *et al.*, 2012).

Le xylocope [*Xylocopa olivacea* Fabricius 1787] est une grosse abeille de couleur noire jaune (Michener, 2000 ; Mensah & Kudom, 2011). La femelle creuse dans le bois mort une galerie qu'elle divise en une dizaine de cellules par des cloisons de sciure agglutinée avec de la salive (Michener, 2000 ; Villemant, 2005). Dans chaque cellule, elle dépose un œuf sur une petite boule de pollen mélangé au miel (Bellmann, 1999 ; Michener, 2000). Elle habite volontiers dans des nids artificiels (Figure 1) faits de tiges de bambou coupées ou de blocs de bois percés de trous (Michener, 2000 ; Solomon & Purnachandra, 2006). C'est un excellent pollinisateur de par son poids (Mensah & Kudom, 2011). Lors de l'accrochage, le poids de *X. olivacea* est suffisant pour provoquer la sortie du stigmate hors de la carène, indispensable pour provoquer l'émission du pollen (Mensah & Kudom, 2011 ; Kingha *et al.*, 2012). Pour l'attirer dans les jardins et améliorer la pollinisation des plantes à fruits, on commercialise des nids faits de tubes en matière plastique tapissés de carton dont le diamètre lui convient parfaitement (Villemant, 2005 ; Solomon & Purnachandra, 2006).

Le niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp. 1843] est une plante annuelle de la famille des Fabaceae, originaire d'Afrique Occidentale (Dabire, 2001). Il est l'une des principales légumineuses mondiales (Pasquet & Baudoin, 1997). La production annuelle mondiale varie entre 3,1 et 3,3 millions de tonnes de graines sèches (FAO, 2001) dont plus de 64% sont produits en Afrique (Nkouannessi, 2005). La superficie annuelle cultivée dans le monde s'élève à plus de 12,5 millions d'hectares, dont 9,8 millions sont réalisés en Afrique de l'Ouest, qui est la plus grande zone de production et de consommation du niébé dans le monde (Singh *et al.*, 1997). Le niébé constitue l'une des cultures vivrières de base en Afrique Occidentale et Centrale (Muleba *et al.*, 1997). Les graines matures contiennent en moyenne 23 à 25% de protéines, 50 à 67% de vitamine B (Ntoukam *et al.*, 1993). Les racines contribuent à restaurer la fertilité du sol en fixant l'azote atmosphérique grâce aux rhizobiums de leurs nodosités (Muleba *et al.*, 1997). Les feuilles, les

jeunes pousses et les gousses immatures sont consommées comme légumes ; les graines cuites sont utilisées comme aliments de base ou d'accompagnement de divers mets aussi bien en milieu rural qu'urbain (Dabire, 2001). La tige et les feuilles servent à l'alimentation du bétail (Tarawali *et al.*, 1997). Cette plante présente donc des usages multiples.

Au Cameroun, la culture du niébé se fait dans toutes les régions du pays ; la récolte est destinée aux besoins familiaux. La culture demeure artisanale et limitée aux plantations villageoises ; la demande en graines de niébé est par conséquent très élevée (184.744 tonnes/an : DSCE, 2009) mais la production est faible (130.101 tonnes/an : MINADER, 2010). D'où la nécessité pour nous de chercher dans quelle mesure nous pouvons utiliser les insectes floricoles afin d'augmenter cette production au Cameroun. La fleur de niébé est hermaphrodite et produit du pollen et du nectar ; ces produits floraux sont très attractifs pour les insectes. Ces insectes jouent un rôle positif sur l'augmentation de rendements du niébé (Vaz *et al.*, 1998 ; Asiwe, 2009 ; Pauly *et al.*, 2009 ; Tchuenguem *et al.*, 2009b ; Egho, 2011 ; Ige *et al.*, 2011). Malgré ces importants travaux, les productions scientifiques sur la pollinisation entomophile de niébé restent insuffisantes au Cameroun. Nous relevons à ce propos les travaux de Tchuenguem *et al.* (2009b) dans la région de Ngaoundéré, partie septentrionale du Cameroun. Ils mentionnent que la pollinisation du niébé est assurée par l'abeille domestique. L'activité et la diversité des insectes floricoles d'une plante varient d'une région à l'autre (Roubik, 2000) ; il est par conséquent nécessaire d'entreprendre d'autres travaux sur les relations entre le niébé et les insectes entomophiles dans d'autres régions du pays. De plus, dans la littérature et à notre connaissance, l'étude de l'efficacité pollinisatrice de *X. olivacea* sur les fleurs du niébé n'a pas encore été abordée. Néanmoins, les travaux de Pauly *et al.* (2009) au Bénin signalent la présence de *X. olivacea* sur les fleurs de niébé.

L'objectif principal de ce travail est de contribuer à la maîtrise des relations entre le niébé et ses insectes floricoles. Les objectifs spécifiques sont : (a) l'étude de l'activité de butinage de *X. olivacea* sur les inflorescences de niébé ; b) l'évaluation de l'impact des insectes sur la pollinisation et les rendements en gousses et en graines de la Fabacée ; c) la détermination de l'efficacité pollinisatrice de *X. olivacea* sur le niébé.

2. MATERIEL ET METHODES

Site d'étude et matériel biologique

Les travaux ont été réalisés de avril à juillet en 2008 et en 2009 dans la localité de Nkolbisson (latitude 3°51,800 N, longitude 11°27,450 E et altitude 726 m), Arrondissement de Yaoundé 7^{ème}, Département du Mfoundi, Région du Centre. La Région du Centre appartient à la zone agro-écologique dite forestière à régime pluviométrique bimodal. Elle a un climat de type équatorial guinéen, caractérisé par l'existence de quatre saisons annuelles : une petite saison des pluies (mars à juillet), une petite saison sèche (juillet à août), une grande saison des pluies (septembre à novembre) et une grande saison sèche (novembre à mars). La pluviosité annuelle varie de 1.500 à 2.000 mm (Suchel, 1988). La température moyenne annuelle est de 25°C et l'hygrométrie moyenne est de 75% (Suchel, 1988).

La parcelle expérimentale est un champ de 416 m² de surface. Le matériel animal était représenté par les insectes naturellement présents dans l'environnement, quatre colonies de *Apis mellifera adansonii* Latreille 1804 (Hymenoptera: Apidae), logées dans des ruches kenyanes et installées à proximité de la parcelle expérimentale et des nids naturels et artificiels des xylocoptes installés dans le site. Chaque nid artificiel est constitué de 15 tiges de bambous de chine et trois tiges de canne à sucre de 15 cm. Ils étaient accrochés sur les branches d'arbre, sur du support à l'intérieur ou autour du champ expérimental (**Figures 1 & 2**). En 2008, les nichoirs colonisés étaient tous installés autour du champ. En 2009, trois nichoirs étaient installés à l'intérieur du champ expérimental. La végétation était représentée par des espèces spontanées et des plantes cultivées. Le matériel végétal était représenté par les graines de niébé achetées sur le marché à Yaoundé.



Figure 1 : Nichoir de *X. olivacea* installé sur un support à l'intérieur et sur une branche d'arbre autour du champ de niébé (*V. unguiculata*).

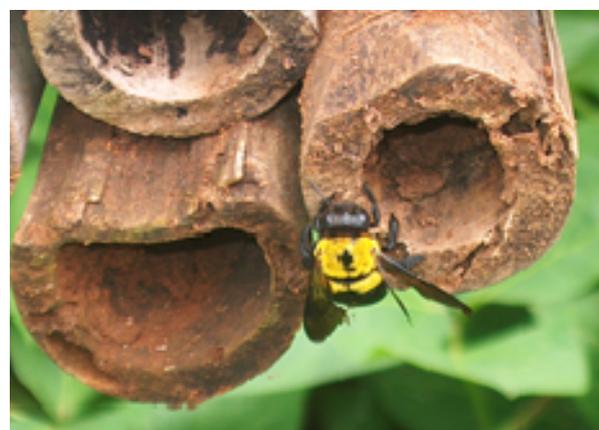


Figure 2 : *X. olivacea* à l'entrée d'un nichoir installé autour du champ de niébé (*V. unguiculata*)

Méthodes

Semis et suivi de la culture de niébé

Le 1^{er} avril 2008 et le 6 avril 2009, la parcelle expérimentale, ayant été préalablement labourée et divisée en quatre sous - parcelles de 10 m x 5 m chacune, a reçu les semis sur 10 lignes par sous - parcelle. Les graines ont été semées en poquets, à raison de trois grains par poquet et de 14 poquets par ligne. L'espacement était de 75 cm sur et entre les lignes. De la germination, survenue le 4 avril 2008 et le 10 avril 2009, à l'ouverture de la première fleur, survenue le 2 juin 2008 et le 8 juin 2009, le sarclage a été réalisé à la houe toutes les deux semaines. Le sarclage manuel a été régulièrement effectué du début de la floraison jusqu'à la récolte qui a eu lieu le 6 juillet 2008 pour la première saison culturale et le 13 juillet 2009 pour la deuxième saison.

Etude de l'activité des abeilles sur les fleurs de niébé

Le 30 mai 2008 et le 5 juin 2009, 200 inflorescences de niébé au stade bouton floral ont été étiquetées et deux lots constitués au cours des deux périodes : lots 1 (2008) et 3 (2009) constitués chacun de 100 inflorescences non protégées; lots 2 (2008) et 4 (2009) constitués chacun de 100 inflorescences protégées délicatement à l'aide des sachets en toile gaze (**Figure 3**).



Figure 3 : Inflorescences libres et inflorescences protégées à l'aide de toile gaze

Les observations ont été faites chaque jour, selon cinq tranches horaires: 6-7 h, 8-9 h, 10-11 h, 12-13 h et 14-15 h du 2 au 24 juin 2008 et du 8 au 27 juin 2009, heures de la journée correspondant à l'ouverture des fleurs des inflorescences étiquetées. Les investigations préliminaires avaient en effet montré qu'à Nkolbisson-Yaoundé, les Apoïdes butinent les fleurs de niébé entre 6 h et 15 h environ. Les insectes rencontrés sur les fleurs sont comptés lors de chacune des tranches horaires journalières. Les données obtenues ont permis de déterminer la fréquence (F_x) des visites de *X. olivacea* sur les inflorescences de niébé. Pour chaque année d'étude, $F_x = [(V_x / V_i) \times 100]$, V_x étant le nombre de visites de *X. olivacea* sur les inflorescences du lot libre et V_i nombre de visites de tous les insectes sur ces mêmes inflorescences. Les produits floraux (nectar et/ou pollen) prélevés par cette abeille ont été notés pendant les mêmes dates et tranches horaires que le comptage des insectes.

La durée des visites et la vitesse de butinage (nombre de fleurs visitées par minute) (Jacob-Remacle, 1989) étaient chronométrées aux mêmes

dates et selon quatre tranches horaires : 7-8 h, 9-10 h, 11-12 h et 13-14 h.

Les abondances (plus grands nombres d'individus simultanément en activité) par fleur et par 1000 fleurs (A_{1000}) ont été enregistrées, aux mêmes dates et tranches horaires que l'enregistrement de la durée des visites. Le premier paramètre a été enregistré à la suite des comptages directs. Pour l'abondance par 1.000 fleurs, les xylocoptes étaient comptés sur un nombre connu de fleurs épanouies ; $A_{1000} = [(Ax / Fx) \times 1000]$, où Fx et Ax sont respectivement le nombre de fleurs et le nombre de *X. olivacea* effectivement comptés sur Fx .

L'influence de la flore avoisinante a été appréciée par des observations directes : le nombre de fois où le xylocope est passé des inflorescences de niébé aux fleurs d'une autre espèce végétale et vice versa a été noté tout au long de la période d'investigation.

Mesure de la température et de l'hygrométrie du site expérimental

Pendant les journées d'investigation, la température et l'hygrométrie de la station d'étude ont été enregistrées toutes les 30 min, de 6 h à 15 h, à l'aide d'un thermo hygromètre installé à l'ombre.

Evaluation de l'impact des insectes floricoles sur les rendements de niébé

A la maturité des gousses, la récolte est faite dans les lots 1 à 4. Pour chaque année d'étude, la contribution numérique (P_f) des insectes à la fructification est $P_f = \{[(f_x - f_y) / f_x] \times 100\}$ où f_x et f_y sont les taux de fructification dans les lots x (inflorescences libres) et y (inflorescences protégées). Pour un lot, le taux de fructification (Tfr) est $Tfr = [(nombre\ de\ gousses / nombre\ de\ fleurs) \times 100]$. La contribution numérique (P_g) des insectes au nombre de graines est $P_g = \{[(g_x - g_y) / g_x] \times 100\}$ où g_x et g_y sont les nombres moyens de graines par gousse dans les lots x et y . La contribution numérique (P_{gn}) des insectes dans les graines normales est $P_{gn} = \{[(gn_x - gn_y) / gn_x] \times 100\}$ où gn_x et gn_y sont les pourcentages des graines normales dans les lots x et y .

Mesure de l'efficacité pollinisatrice de *X. olivacea* sur le niébé

Parallèlement à la mise en place des lots 1 et 2, les lots 3 et 4, les lots 5 et 6 sont formés de 60 inflorescences étiquetées et isolées comme celles des lots 2 et 4 respectivement. Entre 7 h et 11 h, la

toile gaze est délicatement enlevée de chaque inflorescence porteuse de fleurs nouvellement épanouies et ces dernières observées pendant une à vingt minutes. Les fleurs visitées par *X. olivacea* sont marquées et les fleurs épanouies mais non visitées sont éliminées de la suite de l'étude. Après cette manipulation, l'inflorescence est à nouveau protégée.

A la maturité des gousses, la récolte est faite dans les lots 5 et 6. Pour chaque année d'étude, la contribution numérique (P_{fx}) de *X. olivacea* lors de la fructification est $P_{fx} = \{(f_z - f_y) / f_z\} \times 100$ où f_z et f_y sont les taux de fructification dans les lots z (fleurs protégées et visitées exclusivement par *X. olivacea*) et y (fleurs protégées). La contribution numérique (P_{gx}) de *X. olivacea* au nombre de graines est $P_{gx} = \{(g_z - g_y) / g_z\} \times 100$ où g_z et g_y sont les nombres moyens de graines par gousse dans les lots z et y . La contribution numérique (P_{gnx}) de *X. olivacea* à la formation des graines normales est $P_{gnx} = \{(gn_z - gn_y) / gn_z\} \times 100$ où gn_z et gn_y sont les pourcentages des graines normales dans les lots z et y .

Analyse des données

Le logiciel SPSS a été utilisé pour trois tests : t de Student pour la comparaison des moyennes; Coefficient de corrélation (r) pour l'étude des relations linéaires entre deux variables; Chi carré (χ^2) pour la comparaison des pourcentages.

3. RESULTATS

Activité de *X. olivacea* sur les fleurs de niébé

Fréquence saisonnière de visites

En 2008 et en 2009, 2.175 visites de 15 espèces d'insectes et 3.530 visites de 19 espèces d'insectes sont comptées sur les fleurs de 100 inflorescences et 100 inflorescences de niébé en 20 jours et 22 jours respectivement. En 2008, *X. olivacea* (Figure 4) a effectué 746 visites réparties sur 20 jours, soit 34,30% de l'ensemble des visites dénombrées; en 2009 *X. olivacea*, avec 1235 visites réparties sur les 22 jours, soit 34,99% de l'ensemble des visites dénombrées. Ce xylocope a été l'insecte le plus fréquemment observé quelle que soit l'année d'étude (Tableau 1). La différence entre ces deux pourcentages n'est pas significative ($\chi^2 = 0,28$; $P > 0,05$).

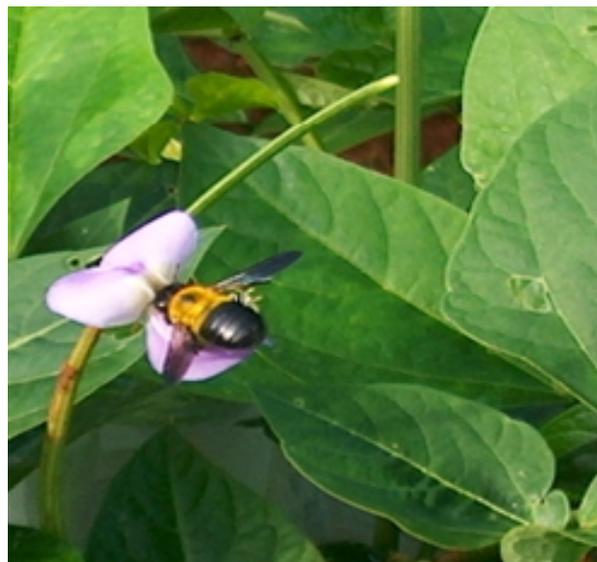


Figure 4 : Femelle de *X. olivacea* butinant une fleur de niébé (*V. unguiculata*)

Rythme de visites selon les étapes de la floraison

Globalement, les visites de *X. olivacea* étaient d'autant plus nombreuses sur la parcelle expérimentale que le nombre d'inflorescences porteuses de fleurs épanouies était élevé (Tableau 2). La corrélation entre le nombre de visites de *X. olivacea* s'est révélée positive et très hautement significative en 2008 ($r = 0,72$; $ddl = 18$; $P < 0,001$) et en 2009 ($r = 0,89$; $ddl = 20$; $P < 0,001$).

Rythme journalier des visites

Xylocopa olivacea a butiné les fleurs de niébé presque toute la journée. Dans l'ensemble, l'activité de cette abeille a été plus importante entre 6 h et 15 h. Le pic d'activité se situe dans la plage horaire de 8 à 9 h (Tableau 3). La récolte du nectar et du pollen s'est étalée de 6 à 15 h alors que la récolte exclusive de pollen était observée principalement dans la matinée. Les conditions climatiques auraient influencé l'activité de *X. olivacea* sur les fleurs de niébé dans les conditions de champ (Tableau 3). La corrélation s'est révélée négative et significative entre le nombre de visites de *X. olivacea* sur les fleurs de niébé et la température en 2008 ($r = -0,49$; $ddl = 98$; $P < 0,001$) et en 2009 ($r = -0,57$; $ddl = 108$; $P < 0,001$). La corrélation entre le nombre de visites et l'humidité relative de l'air est positive et significative en 2008 ($r = 0,44$; $ddl = 98$; $P < 0,001$) et en 2009 ($r = 0,52$; $ddl = 108$; $P < 0,001$).

Tableau 1 : Insectes recensés sur les inflorescences de niébé (*V. unguiculata*) en 2008 et 2009, nombre et pourcentage de visites des différents insectes.

Ordre	Famille	Insectes Genre, Espèces, Sous -Espèces	2008		2009		
			n_1	p_1 (%)	n_2	p_2 (%)	
Hymenoptera	Apidae	<i>Xylocopa olivacea</i>	746	34,30	1235	34,99	
		<i>Xylocopa torrida</i>	95	04,37	123	03,48	
		<i>Xylocopa nigrita</i>	82	03,77	25	00,71	
		<i>Xylocopa albiceps</i>	.	.	169	04,79	
		<i>Apis mellifera adansonii</i>	364	16,74	507	14,36	
		<i>Allodape</i> sp.	17	00,78	.	.	
		<i>Dactylurina staudingeri</i>	38	01,75	91	02,58	
		<i>Meliponula erythra</i>	.	.	22	00,62	
	Megachilidae	<i>Chalicodoma cincta cincta</i>	376	17,29	536	15,18	
		<i>Chalicodoma rufipennis</i>	.	.	62	01,76	
		<i>Megachile bituberculata</i>	245	11,26	378	10,71	
	Halictidae	<i>Crocisaspidia chandleri</i>	.	.	86	02,44	
		1sp.	15	00,69	5	00,14	
	Sphecidae	<i>Philanthus triangulum</i>	36	01,65	29	00,82	
	Vespidae	<i>Synagris cornuta</i>	71	03,26	111	03,14	
		<i>Belonogaster juncea juncea</i>	17	00,78	19	00,54	
		sp.1	11	00,51	10	00,28	
		sp.2	9	00,41	.	.	
		sp.3	.	.	7	00,19	
		<i>Polistes</i> sp.	.	.	6	00,17	
	Formicidae	<i>Camponotus flavomarginatus</i>	53	02,44	109	03,09	
	Totaux			2175	100,00	3530	100,00

n_1 : nombre de visites sur 100 inflorescences en 20 jours ; n_2 : nombres de visites sur 100 inflorescences en 22 jours ; p_1 et p_2 : pourcentages de visites ; $p_1 = (n_1/2175) \times 100$; $p_2 = (n_2/3530) \times 100$; comparaison des pourcentages de visites de *X. olivacea* des deux années ($X^2 = 0,28$; $ddl = 1$; $P > 0,05$)

Tableau 2 : Répartition du nombre de fleurs de niébé (*V. unguiculata*) épanouies (Ni) et du nombre de visites de *X. olivacea* sur ces inflorescences (Nv) en fonction des jours d'observation en 2008 et en 2009.

2008	Jour	2 jn	3 jn	4 jn	5 jn	6 jn	7 jn	8 jn	9 jn	10 jn	11 jn	12 jn	13 jn	14 jn
	Nf	221	235	248	253	295	322	356	383	437	421	395	368	342
	Nv	29	35	53	51	33	34	47	34	54	58	53	38	27
2009	Jour	8 jn	9 jn	10 jn	11 jn	12 jn	13 jn	15 jn	16 jn	17 jn	18 jn	19 jn	20 jn	21 jn
	Nf	128	212	231	258	281	326	341	359	337	349	372	365	301
	Nv	27	39	52	64	62	70	75	71	44	77	84	75	79

Tableau 2 (suite).

2008	Jour	16 jn	17 jn	18 jn	19 jn	20 jn	23 jn	24 jn		
	Ni	329	311	252	162	119	93	61		
	Nv	41	68	24	22	19	18	8		
2009	Jour	22 jn	23 jn	24 jn	25 jn	26 jn	27 jn	28 jn	29 jn	30 jn
	Ni	293	278	276	238	214	173	121	97	46
	Nv	67	68	56	57	60	55	27	18	8

Jn : juin.

Tableau 3 : Distribution des visites de *X. olivacea* sur les inflorescences de niébé (*V. unguiculata*) au cours de la journée selon les années et suivi sur 20 jours en 2008, puis sur 22 jours en 2009.

Années	Paramètres enregistrés	Périodes journalières				
		6 à 7 h	8 à 9 h	10 à 11 h	12 à 13 h	14 à 15 h
2008	Nombre de visites	137	361	162	66	20
	Pourcentage des visites (%)	18,36	48,39	21,72	08,85	02,68
	Température (°C)	21,70	23,63	25,80	28,20	29,71
	Hygrométrie (%)	85,42	80,50	75,50	70,30	65,42
2009	Nombre de visites	156	599	351	106	23
	Pourcentage des visites (%)	12,63	48,50	28,42	08,59	01,86
	Température (°C)	22,36	22,79	24,82	27,43	29,93
	Hygrométrie (%)	81,62	79,95	75,07	67,57	61,68

Pour 2008, la température et l'hygrométrie représentent les moyennes de deux observations par tranche horaire et par jour, pendant 20 jours. Pour 2009, la température et l'hygrométrie représentent les moyennes de deux observations par tranche horaire et par jour, pendant 22 jours.

Abondance des butineuses

En 2008, le plus grand nombre moyen de *X. olivacea* simultanément en activité a été de 1 xylocope par fleur ($n = 55$; $s = 0$) et de 117,31 xylocoques par 1.000 fleurs ($n = 96$; $s = 43,04$; $max = 161$). En 2009, les chiffres correspondant ont été de 1 xylocope par fleur ($n = 56$; $s = 0$) et 129,81 xylocoques par 1.000 fleurs ($n = 96$; $s = 56,28$; $max = 315$). La différence entre le nombre moyens de butineuses par 1.000 fleurs en 2008 et 2009 n'est pas significative ($t = -1,72$; $ddl = 190$; $P = 0,09$).

Durée des visites par fleur

Au cours de chacune des périodes de floraison de niébé, *X. olivacea* a régulièrement récolté le nectar et le pollen (**Figure 4**) lors d'un voyage de butinage tandis que le prélèvement exclusif de nectar ou de pollen a été moins fréquent (**Tableau 4**). La durée moyenne d'une visite de *X. olivacea* par fleur de niébé a varié significativement en fonction de la substance prélevée. En 2008, la durée moyenne d'une visite a été de 5,14 sec ($n = 95$; $s = 1,28$; $max = 8$) pour la récolte de pollen,

7,46 sec ($n = 95$; $s = 1,66$; $max = 15$) pour le prélèvement de nectar et de 12,60 sec ($n = 95$; $s = 2,19$; $max = 23$) pour la récolte de pollen et de nectar. En 2009, les résultats correspondants ont été de 4,26 sec ($n = 120$; $s = 1,26$; $max = 8$), 8,61 sec ($n = 120$; $s = 2,97$; $max = 15$) et 12,86 ($n = 120$; $s = 4,46$; $max = 22$) pour la récolte de pollen, nectar et pollen et nectar respectivement. La différence entre la durée moyenne d'une visite de récolte de pollen et celle d'une visite de récolte de nectar est très hautement significative tant en 2008 ($t = -10,82$; $ddl = 188$; $P < 0,001$) qu'en 2009 ($t = -14,26$; $ddl = 222$; $P < 0,001$).

Vitesse de butinage de *X. olivacea* sur les fleurs de niébé

Sur la parcelle de niébé, *X. olivacea* a visité de 4 à 19 fleurs/min en 2008 et 4 à 20 fleurs/min en 2009. La vitesse moyenne de butinage est de 10,46 fleurs/min ($n = 95$; $s = 3,38$) en 2008 et de 10,87 fleurs/min ($n = 92$; $s = 2,86$) en 2009. La différence entre ces deux moyennes n'est pas significative ($t = -0,90$; $ddl = 185$; $P = 0,37$).

Tableau 4 : Aliments récoltés par *X. olivacea* sur les inflorescences de niébé (*V. unguiculata*) en 2008 et 2009.

Année	Nombre de visites étudiées	VN		VP		VNP	
		nombre	%	nombre	%	nombre	%
2008	746	108	14,48	43	05,75	595	79,76
2009	1235	329	26,46	53	04,29	853	69,07

VN : visites de récolte de nectar ; VP : visites de récolte de pollen ; VNP : visites de récolte de nectar et de pollen

Influence de la flore avoisinante

Pendant les périodes d'études, d'autres espèces végétales situées à proximité du champ expérimental de niébé étaient également visitées par *X. olivacea* pour le nectar et/ou le pollen. Parmi ces plantes, il y avait : *Senna javanica* Linnaeus et *Phaseolus coccineus* Linnaeus (Fabaceae), *Aspilia africana* (Pers.) C.D. Adams et *Bidens pilosa* Linnaeus (Asteraceae) pour les deux produits ; *Mimosa pudica* Linnaeus 1753 (Mimosaceae), *Psidium guajava* Linnaeus 1753 (Myrtaceae) pour le pollen ; *Ipomoea involucrata* Lamarck (Convolvulaceae) pour le nectar. Lors des voyages de butinage, aucun passage de *X. olivacea* de l'une de ces plantes à un pied de *V. unguiculata* et vice versa n'a été observé.

Impact de l'ensemble des insectes sur la pollinisation et les rendements fruitiers et grainiers de niébé

Pendant la récolte du nectar et/ou du pollen, les insectes anthophiles de niébé sont régulièrement en contact avec les anthères et le stigmate. Les insectes floricoles augmentent par conséquent les possibilités de pollinisation de niébé. Il ressort du **tableau 5** que :

- en 2008 et en 2009, le taux de fructification des inflorescences en libre pollinisation (lots 1 et 3) a été plus élevé que celui des inflorescences protégées (lots 2 et 4). La comparaison des taux de fructification montre que les différences observées sont très hautement significatives entre les lots 1 et 2 ($\chi^2 = 32,73$; $ddl = 1$; $P < 0,001$) et les lots 3 et 4 ($\chi^2 = 55,42$; $ddl = 1$; $P < 0,001$) ; la différence entre les lots 1 et 3

n'est pas significative ($\chi^2 = 1,07$; $ddl = 1$; $P > 0,05$). Le pourcentage du taux de fructification attribuable à l'influence des insectes est de 22,81%.

- en 2008 et en 2009, le rendement en nombre de graines par gousse issues des inflorescences en libre pollinisation (lots 1 et 3) a été plus élevé que celui des inflorescences protégées (lots 2 et 4). Le rendement en nombre de graines par gousse des inflorescences en libre pollinisation a été plus élevé en 2009 qu'en 2008. La comparaison des nombres moyens de graines par gousse montre que les différences observées sont très hautement significatives entre les lots 1 et 2 ($t = 13,66$; $ddl = 576$; $P < 0,001$), les lots 3 et 4 ($t = 22,33$; $ddl = 636$; $P < 0,001$) et les lots 1 et 3 ($t = -7,46$; $ddl = 691$; $P < 0,001$). Le pourcentage du nombre de graines par fruit dû à l'action des insectes est de 20,16%.

- en 2008 et en 2009, le rendement en graines normales issues des inflorescences en libre pollinisation (lots 1 et 3) a été plus élevé que celui des inflorescences protégées (lots 2 et 4). Le rendement en graines normales des inflorescences en libre pollinisation a été plus élevé en 2009 qu'en 2008. La comparaison des pourcentages de graines normales montre que les différences observées sont très hautement significatives entre les lots 1 et 2 ($\chi^2 = 496,16$; $ddl = 1$; $P < 0,001$) et les lots 3 et 4 ($\chi^2 = 369,22$; $ddl = 1$; $P < 0,001$) ; la différence entre les lots 1 et 3 est significative ($\chi^2 = 23,57$; $ddl = 1$; $P < 0,05$). Le pourcentage de graines normales attribuable à l'influence des insectes est de 14,88%.

Tableau 5 : Taux de fructification, nombre moyen de graines par gousse et pourcentage des graines normales selon les lots de niébé (*V. unguiculata*).

N° du lot	Caractéristiques du lot	NFE	NGF	TF	g/G		Ng	Gn	Pgn
					m	s			
1	FL en 2008	530	418	79,78	17,15	2,80	5575	5163	92,61
2	FP en 2008	609	386	63,61	13,48	3,66	3410	2590	75,95
3	FL en 2009	553	450	81,60	18,51	1,93	6810	6451	94,73
4	FP en 2009	547	334	61,48	15,01	1,99	4052	3384	83,59
5	FPX en 2008	63	60	96,43	20,00	1,98	1201	1188	98,92
6	FPX en 2009	52	50	96,53	20,41	1,77	1000	0985	98,50

FL : fleurs libres, FP : fleurs protégées, FPX : fleurs pollinisées par *X. olivacea*, NIE : NFE : nombre de fleurs étudiées, NGF : nombre de gousses formées, TF : taux de fructification, g/G : graines formées par gousse, m : moyenne ; s : écart-type, Ng : nombre de graines formées, Gn : graines normales, Pgn : pourcentage de graines normales.

Efficacité pollinisatrice de *X. olivacea* sur le niébé

Toutes les visites de *X. olivacea* sont accompagnées de contacts entre cet insecte et les anthères et le stigmate de la fleur. *X. olivacea* accroît donc fortement les possibilités de pollinisation. Du tableau 5, il ressort que:

- en 2008 et en 2009, le taux de fructification des fleurs isolées et visitées exclusivement par *X. olivacea* (lots 5 et 6) est plus élevé que celui des fleurs protégées pendant toute leur période d'épanouissement (lots 2 et 4). La comparaison des taux de fructification montre que les différences observées sont très hautement significatives entre les lots 2 et 5 ($\chi^2 = 25,96$; $ddl = 1$; $P < 0,01$) et les lots 4 et 6 ($\chi^2 = 25,42$; $ddl = 1$; $P < 0,01$) ; la différence entre les lots 5 et 6 n'est pas significative ($\chi^2 = 0,06$; $ddl = 1$; $P > 0,05$). Le pourcentage du taux de fructification attribuable à l'influence de *X. olivacea* est de 35,22%.

- en 2008 et 2009, le rendement en nombre de graines par gousse issues des fleurs isolées et visitées exclusivement par *X. olivacea* (lots 5 et 6) est plus élevé que celui des fleurs protégées pendant toute leur période d'épanouissement (lots 2 et 4). La comparaison du nombre moyen de graines par gousse montre que les différences observées sont très hautement significatives entre les lots 2 et 5 ($t = 13,32$; $ddl = 311$; $P < 0,001$) et les lots 4 et 6 ($t = 27,76$; $ddl = 317$; $P < 0,001$) ; la différence entre les lots 5 et 6 n'est pas significative ($t = 0,12$; $ddl = 51$; $P > 0,05$) (**Tableau 5**). Le pourcentage du nombre de graines par gousse dû à l'action de *X. olivacea* est de 29,53%.

- en 2008 et en 2009, le rendement en graines normales issues des fleurs isolées et visitées exclusivement par *X. olivacea* (lots 5 et 6) est plus élevé que celui des fleurs protégées pendant toute leur période d'épanouissement (lots 2 et 4). La comparaison des pourcentages de graines normales montre une différence très hautement significative entre les lots 2 et 5 ($\chi^2 = 316,45$; $ddl = 1$; $P < 0,001$) et les lots 4 et 6 ($\chi^2 = 153,11$; $ddl = 1$; $P < 0,001$) ; la différence entre les lots 5 et 6 n'est pas significative ($\chi^2 = 0,75$; $ddl = 1$; $P > 0,05$). Le pourcentage de graines normales attribuable à l'influence de *X. olivacea* est de 19,18%.

En somme, l'influence de *X. olivacea* sur les rendements en gousses et en grains a été positive. Une corrélation positive et très hautement significative a d'ailleurs été mise en évidence

entre le nombre de graines et le nombre de visites de *X. olivacea* sur les inflorescences de *V. unguiculata*, aussi bien en 2008 ($r = 0,41$; $ddl = 98$; $P < 0,05$) qu'en 2009 ($r = 0,63$; $ddl = 98$; $P < 0,05$).

4. DISCUSSION

Activité de *X. olivacea* sur les fleurs de niébé

Nous avons trouvé que l'abeille *X. olivacea* est l'insecte floricole pollinisateur prépondérant de niébé dans la localité de Nkolbisson, Yaoundé, Région du Centre au Cameroun. Ce résultat est en désaccord avec les observations de Tchuenguem *et al.* (2009b) dans la localité de Ngaoundéré où l'apidé *A. mellifera adansonii* a été signalé comme étant l'insecte le plus fréquent sur les fleurs de la même plante. Le principal insecte pollinisateur du niébé varie au Cameroun d'une région à l'autre. Ceci peut être dû à la faible représentation de cette abeille à Ngaoundéré. *Xylocopa olivacea* a été également signalé comme l'un des pollinisateurs principaux de *Luffa aegyptiaca* Mill. (Cucurbitaceae) (Mensah & Kudom, 2011) au Ghana, *P. coccineus* (Pando *et al.*, 2011) et *Phaseolus vulgaris* Linnaeus 1753 (Fabaceae) (Kingha *et al.*, 2012) au Cameroun.

Le plus grand nombre de visites de *X. olivacea* observés sur les inflorescences de niébé en 2009 pourrait s'expliquer par l'accroissement des populations de ce xylocope dans l'environnement de notre expérimentation puisque de nouveaux nids avaient été introduits au début de l'année 2009. De même, les conditions climatiques, sans doute plus favorables en 2009 auraient favorisé la reproduction de *X. olivacea* comme le suggèrent Julianna & Rufus (2010). Nous avons mis en évidence un pic d'activité de *X. olivacea* sur les inflorescences de niébé dans la matinée. Ce pic de visites serait lié à la période de plus grande disponibilité du nectar et/ou du pollen au niveau de la fleur de niébé comme le suggèrent d'ailleurs Tchuenguem *et al.* (2009b).

La forte abondance de *X. olivacea* sur 1000 fleurs et la corrélation positive et significative entre le nombre de visite de *X. olivacea* et le nombre de fleurs de niébé épanouies mettent en évidence l'attractivité élevée du nectar et/ou du pollen de cette Fabacée vis-à-vis de cette abeille. L'attractivité du nectar de niébé pourrait s'expliquer en partie par sa concentration en sucres totaux (34,13 à 54,27% : Tchuenguem *et al.*, 2009b) qui est forte, vu la gamme de 15 à 75%

dans laquelle se situe la concentration en sucres de plusieurs espèces végétales (Proctor *et al.*, 1996). Le temps de visite le plus long est observé pour la récolte du nectar par rapport à celui du prélèvement du pollen ; ceci pourrait s'expliquer par l'accessibilité de chacune de ces substances. Le pollen, produit par les anthères situées au-dessus des étamines, est facilement accessible à l'abeille. En revanche, le nectar se trouve dans le tube corollaire entre la base du style et les étamines et serait de ce fait difficilement accessible. Les résultats similaires ont été obtenus par Pando *et al.* (2011a) sur *P. coccineus*. La durée des visites pour la récolte simultanée de pollen et de nectar a été de 12,73 sec qui est très élevée, comparée à 6,79 sec obtenu par Kingha *et al.* (2012) sur *P. vulgaris*. L'absence de passages de *X. olivacea* de niébé à plusieurs autres espèces végétales et vice versa prouve que ce xylocope était fidèle aux fleurs de la fabacée lors des voyages de butinage. Ce phénomène est dénommé «constance florale» (Basualdo *et al.*, 2000 ; Montgomery, 2009). Il serait lié à la forte concentration en sucres du nectar de niébé. La fidélité de *X. olivacea* a été également signalée par Kudom & Kwapong (2010) au Ghana et Pando *et al.* (2011a) au Cameroun sur les fleurs de *Ananas comosus* (Linnaeus) Merrill 1917 et *P. coccineus* respectivement.

Impact de l'activité de *X. olivacea* sur la pollinisation et les rendements de niébé

Du fait que l'abeille *X. olivacea* est toujours en contact avec le stigmate lors de la récolte du pollen ou du nectar, elle pourrait provoquer une autopolinisation, en appliquant le pollen d'une fleur sur son stigmate. Ceci est d'autant plus probable que l'autogamie a déjà été mise en évidence chez le niébé par Magah (1986). *Xylocopa olivacea* transporte le pollen de fleur en fleur, à l'aide notamment de sa fourrure, de ses pattes et de ses pièces buccales. Elles peuvent en conséquence transporter le pollen d'une fleur d'un pied de niébé donné sur le stigmate d'une autre fleur de la même plante (geitonogamie) ou mettre ce pollen sur le stigmate d'une fleur produite par un autre individu (xénogamie). Cette forme de système de reproduction mixte avec prépondérance de l'autogamie chez le niébé avait déjà été signalée par d'autres auteurs dont Vaz *et al.* (1998) et Tchuenguem *et al.* (2009b). L'intervention de *X. olivacea* dans la pollinisation du niébé est d'autant plus importante que sa densité par 1.000 fleurs et sa vitesse de butinage

sont particulièrement élevées. De plus, sa période journalière d'intense activité, située dans la matinée, coïncide avec la période de réceptivité optimale des stigmates de niébé comme l'avaient constaté Tchuenguem *et al.* (2009b) dans la région de Ngaoundéré-Cameroun et Ige *et al.* (2011) au Nigéria. La contribution positive et significative de *X. olivacea* dans le rendement en gousses et en graines de niébé se justifie ainsi par l'action des butineuses pendant l'autopolinisation et principalement lors de la pollinisation croisée des fleurs visitées. Nos résultats confirment ceux obtenus par Vaz *et al.* (1998) au Brésil, Tchuenguem *et al.* (2009b) à Ngaoundéré-Cameroun, Egho (2011) et Ige *et al.* (2011) au Nigéria. En effet, selon Asiwe (2009) et Egho (2011), les fleurs de niébé produisent plus de gousses et de graines en présence d'abeilles solitaires et domestiques.

La contribution numérique de *X. olivacea* dans les rendements du niébé via son efficacité pollinisatrice est significativement plus élevée que celle de tous les insectes sur les fleurs en libre pollinisation. Ceci prouve que *X. olivacea* est l'un des principaux insectes pollinisateurs de niébé. Plusieurs visites d'insectes sur les fleurs de niébé sont bénéfiques aux insectes visiteurs, mais n'ont pas toujours une influence sur la pollinisation et les rendements de la fabacée. Ce résultat est en accord avec celui de Vaz *et al.* (1998) qui ont montré qu'en Amazonie, la multiplicité des visites d'insectes pollinisateurs sur les fleurs du niébé n'améliore pas significativement la production de gousses et de graines, mais seule la visite des abeilles solitaires et domestiques influence positivement sur les rendements. De plus, lors de l'accrochage, le poids de *X. olivacea* est suffisant pour provoquer la sortie du stigmate hors de la carène, indispensable pour provoquer l'émission du pollen. Les observations similaires ont été faites par Kudom & Kwapong (2010) sur *A. comosus* et Mensah & Kudom (2011) sur *L. aegyptiaca* au Ghana, Pando *et al.* (2011) sur *P. coccineus* et Kingha *et al.* (2012) sur *P. vulgaris* au Cameroun. Cette même observation avait été signalée par Vanderborgth & Rasmont (1987) pour *Xylocopa bariwal* Maidl 1912 sur *P. coccineus*. Le plus fort rendement enregistré en 2009 pourrait s'expliquer par le fait que pendant les investigations de cette année, certains nichoirs de *X. olivacea* étaient installés à l'intérieur de la parcelle expérimentale contrairement à 2008. En plus, le fort rendement dans les lots en libre pollinisation et la corrélation positive et

hautement significative entre le nombre de graines par inflorescences et le nombre de visites d'insectes floricoles en général, et de *X. olivacea* en particulier pourrait se justifier par l'importance pollinisatrice de ces insectes.

5. CONCLUSION

A Yaoundé-Cameroun, le niébé a bénéficié fortement de la pollinisation entomophile. Parmi les insectes qui visitent cette plante, *X. olivacea* est l'un des plus importants et récolte fortement le nectar et le pollen. La comparaison des rendements de la plante en libre pollinisation à celles dont les fleurs sont protégées des visites des insectes 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 *X. olivacea* sur les rendements de niébé a été prouvée. L'installation et/ou le maintien des nids de *X. olivacea* à proximité des champs de niébé doit être recommandée aux agriculteurs et horticulteurs camerounais, pour accroître la production et pour maintenir les populations de *X. olivacea* dans l'environnement.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les responsables du centre régionale de l'IRAD (Institut de Recherche Agronomique pour Développement) de Nkolbisson pour l'octroi de la parcelle pour les expérimentations, le Dr. Alain Pauly (Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Département d'Entomologie) pour la détermination des Apoïdes et Pr. Zapfack Louis (Université de Yaoundé I, Laboratoire de Botanique) pour l'identification des espèces végétales.

BIBLIOGRAPHIE

Asiwe J.A.N. (2009). Insect mediated outcrossing and gene flow in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp): Implication for seed production and provision of containment structures for genetically transformed cowpea. *African Journal of Biotechnology* **8**, p. 226-230.

Azo'o Ela M., Messi J., Tchuenguem Fohouo F.-N., Tamesse J.L., Kekeunou S. & Pando J.B. (2010). Foraging behaviour of *Apis mellifera adansonii* and

its impact on pollination, fruit and seed yields of *Citrullus lanatus* at Nkolbisson (Yaoundé, Cameroun). *Cameroon Journal Experimental Biology* **6**, p. 41-48.

Azo'o Ela M., Tchuenguem Fohouo F.-N. & Messi J. (2011). Influence of the foraging activity of the entomofauna on Okra (*Abelmoschus esculentus*) seed yield. *International Journal of Agriculture & Biology* **13**, p. 761-765.

Azo'o Ela M., Madi A., Tchuenguem Fohouo F.-N. & Messi J. (2012a). 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**, p. 2853-2857.

Azo'o Ela M. & Messi J. (2012b). Yield responses of *Cucumeropsis mannii* (Cucurbitaceae) to the presence or the absence of the insect foraging activity at Nkolbisson in Cameroon. *Journal of Animal & Plant Sciences* **13**, p. 1791-1799.

Basualdo M., Bedascarrasbure E. & De Jong D. (2000). Africanized honey bees (Hymenoptera: Apidae) have a greater fidelity to sunflowers than European bees. *Journal of Economic Entomology* **93**, p. 304-307.

Bellmann H. (1999). Guide des abeilles, bourdons, guêpes et fourmis d'Europe. Delachaux & Niestlé, Paris, 336 p.

DSCE (2009). Document de Stratégie pour la Croissance et l'Emploi. MINEPAT, Yaoundé, Cameroun, 112 p.

Dabire L.C. (2001). Etude de quelques paramètres biologiques et écologiques de *Clavigralla tomentosicollis* STAL., 1855 (Hemiptera: Coreidae), punaise suceuse des gousses du niébé [*Vigna unguiculata* (L.) WALP.] dans une perspective de lutte durable contre l'insecte au Burkina Faso. Thèse de Doctorat d'Etat ès-Sciences Naturelles, Université de Cocody, 179 p.

Egho E.O. (2011). Effect of two agro-ecological zones on insect species of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) Walp during the late cropping season, Delta State, *Southern Nigeria Agriculture and Biology Journal of North America* **2**, p. 448-453.

F.A.O. (2001). FAOSTAT Agricultural Data. [Http://apps.fao.org/cgibin/nph_db.pl.subset](http://apps.fao.org/cgibin/nph_db.pl.subset) = agricultur. Hamdy, M. 1989. Cowpea processing project 685-0281. USAID. Dakar, Sénégal, 140 p.

Jacob-Remacle A. (1988). Comportement de butinage de l'abeille domestique et des abeilles sauvages dans les vergers de pomiers en Belgique. *Apidologie* **20**, p. 271-285.

- Julianna K.T. & Rufus I. (2010). Weather during affects pollination and yield of highbush blueberry. *Journal of Economic Entomology* **103**, p. 557-562.
- Ige O.E., Olotuah O.F. & Akerele V. (2011). Floral biology and pollination ecology of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Modern Applied Science* **5**, p. 74-82.
- Kingha T.M.B., Tchuenguem Fohouo F.-N., Ngakou A. & Brückner D. (2012). Foraging and pollination activities of *Xylocopa olivacea* (Hymenoptera, Apidae) on *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae) flowers at Dang (Ngaoundere-Cameroon). *Journal of Agricultural Extension and Rural Development* **4**, p. 330-339.
- Kudom A.A. & Kwapong P.K. (2010). Floral visitors of *Ananas comosus* in Ghana: A preliminary assessment. *Journal of Pollination Ecology* **2**, p. 27-32.
- Magah M.I. (1986). Cowpea cropping in the Sahel. In: CILSS (ed), Proceeding of the international seminar of CILSS project on integrated pest management, December 1984, Niamey, Niger, p. 6-13.
- Mensah Ben A. & Kudom A.A. (2011). Foraging dynamics and pollination efficiency of *Apis mellifera* and *Xylocopa olivacea* on *Luffa aegyptiaca* Mill. (Cucurbitaceae) in Southern Ghana. *Journal of Pollination Ecology* **4**, p. 34-38.
- Michener C.D. (2000). The bees of the world. The Hopkins University press, Baltimore, Maryland, 913 p.
- MINADER (2010). Annuaire des Statistiques du Secteur Agricole, Campagnes 2007 & 2008. Direction des Enquêtes et Statistiques, AGRI-STAT CAMEROUN n° 16, 98 p.
- Montgomery B.R. (2009). Do pollen carryover and pollinator constancy mitigate effects of competition for pollination. *Oikos* **118**, p. 1084-1092.
- Muleba N., Dabire L.C., Suh J., Drabo T. & Ouedraogo A.P. (1997). Technologies for cowpea production based on genetic and environmental manipulations in the Semi-Arid Tropics. Technology options for sustainable agriculture in Sub-Saharan Africa, OAU/STRC-SAFGRAD, p. 195-206.
- Nkouannessi M. (2005). The genetic, morphological and physiological evaluation of African cowpea genotypes. Thesis, University of the Free State Bloemfontein, South Africa, 131 p.
- Ntougam G., Moffi L.W., Endondo C. & Boukar O. (1993). Cowpea production and storage in Semi-arid area of Cameroon, Africa. Production Guide, institute of Agronomic Research, Cameroon, p. 1-8.
- Pando J.B., Tchuenguem Fohouo F.-N. & Tamesse J.L. (2011a). Foraging and pollination behaviour of *Xylocopa calens* Lepelletier (Hymenoptera: Apidae) on *Phaseolus coccineus* L. (Fabaceae) flowers at Yaoundé (Cameroon). *Entomological Research* **41**, p. 185-193.
- Pando J.B., Tchuenguem Fohouo F.-N. & Tamesse J.L. (2011b). Pollination and yield responses of pigeon pea (*Cajanus cajan* L. Millsp.) to the foraging activity of *Chalicodoma cincta cincta* (Hymenoptera: Megachilidae) in Yaoundé (Cameroon). *Journal of Animal and Plant Science* **11**, p. 1346-1357.
- Pasquet R.S. & Baudouin J.P. (1997). Cowpea. In: Tropical Plant Breeding. CIRAD, Paris, p. 177-198.
- Pauly A., Breat Y., Tchibozo S., Aikpe C. & Boeve J.L. (2009). Hymenoptera Apoidea et Braconidae de quelques forêts sacrées du Sud-Bénin. *Bulletin S.R.B.E. / K.B.V.E.* **45**, p. 121-129.
- Proctor M., Yeo P. & Lack A. (1996). The natural history of pollination. Corbet SA, Walters SM, Richard W, Streeter D (eds), Harper Collins, 462 p.
- Roubik D.W. (2000). Pollination system stability in Tropical America. *Conservative Biology* **14**, p. 1235-1236.
- Suchel JP. (1988). Les climats du Cameroun. Thèse Doctorat d'Etat Université de Bordeaux-France, p. 797-1097.
- Singh B.B., Chambliss O.L. & Sharma B. (1997). Recent advances in cowpea breeding. In: B.B. Singh, D.R. Mohan Raj, K.E. Dashiell, and L.E.N. Jackai (eds). Advances in cowpea research. Copublication of International Institute of Tropical Agriculture (IITA) and Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS), IITA, Ibadan, Nigeria, p. 30-49.
- Solomon R.A.J. & Purnachandra R.S. (2006). Nesting habits, floral resources and foraging ecology of large carpenter bees (*Xylocopa latipes* and *Xylocopa pubescens*) in India. *Current Science* **90**, p. 1210-1217.
- Tarawali S.A., Singh B.B., Peters M. & Blade S.F. (1997). Cowpea haulms as fodder. In: Sigh B.B., Mohan Raj D.R., Dashiell K.E. & Jackai L.E.N. (eds), Advances in cowpea research, IITA-JIRCAS, Ibadan, p. 313-325.
- Tchuenguem Fohouo F.-N., Djonwangwé D., Messi J. & Brückner D. (2009a). Activité de butinage et de pollinisation de *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera: Apidae) sur les fleurs de *Helianthus annuus* (Asteraceae) à Ngaoungéré (Cameroun). *Cameroon Journal of Experimental Biology* **5**, p. 1-9.
- Tchuenguem Fohouo F.-N., Ngakou A. & Kegni B.S. (2009b). 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**, p. 1988-1996.
- Vanderborcht I. & Rasmont P. (1987). Utilisation de l'abeille domestique (*Apis mellifera* L.) et de la Xylocope (*Xylocopa bariwal* Maidl) (Hymenoptera, Apidae) pour la pollinisation en cage de *Phaseolus coccineus* L. *Bulletin de Recherche Agronomique de Gembloux* **22**, p. 279-284.
- Vaz G.V., De Olivera D. & Ohashi O.S. 1998. Pollinator contribution to the production of cowpea on the Amazon. *Hortscience* **33**, p. 1157-1159.
- Villemant C. (2005). Les nids d'abeilles solitaires et sociales. *Insectes* **137**, p. 13-17.

(39 réf.)