



Activité de butinage et de pollinisation de *Lipotriches collaris* Vachal 1903 (Hymenoptera : Halictidae) sur les fleurs de *Glycine max* (L.) (Fabaceae) à Maroua - Cameroun

Dounia^{(1)*}, Joseph Lebel Tamesse⁽¹⁾ and Fernand-Nestor Tchuengem Fohouo⁽²⁾

(1) Laboratoire de Zoologie, Université de Yaoundé I, École Normale Supérieure, B.P 47 Yaoundé, Cameroun.

(2) Laboratoire de Zoologie Appliquée, Université de Ngaoundéré, Faculté des Sciences, B.P 454 Ngaoundéré, Cameroun.

*Auteur Correspondant email : dounia.nat@gmail.com

Mots Clés : *Lipotriches collaris*, *Glycine max*, nectar, pollinisation, rendements.

Keywords : *Lipotriches collaris*, *Glycine max*, nectar, pollination, yields.

1 RESUME

Afin d'évaluer l'impact de *Lipotriches collaris* Vachal 1903 (Hymenoptera : Halictidae) sur le rendement de *Glycine max* (L.) (Fabaceae), les activités de butinage et de pollinisation des fleurs par cet abeille ont été observées à Maroua (Cameroun). D'août à septembre 2010 et 2011, respectivement 17244 et 15910 fleurs ont été étiquetées et protégées pour chacune des périodes et deux traitements formés, le comportement de butinage de *Lipotriches collaris* sur les fleurs, son efficacité pollinisatrice, le taux de fructification, le nombre de graines par gousse et le pourcentage de graines normales ont été évalués. Les résultats ont montré que *Lipotriches collaris* butinait de 6 à 17 h, pendant toute la période de floraison de *Glycine max*. Sur les fleurs de cette plante, *Lipotriches collaris* récoltait intensément et régulièrement le nectar. La vitesse moyenne de butinage était de 10,49 fleurs/min. Le nombre de graines par gousse et le pourcentage de graines normales issues des fleurs protégées et visitées exclusivement par *Lipotriches collaris* étaient significativement supérieurs ($P < 0,001$) à ceux issus des fleurs protégées. A travers son efficacité pollinisatrice, *Lipotriches collaris* a provoqué un accroissement significatif du taux de fructification de 13,06 %, du nombre de graines par gousse de 21,22 % et du pourcentage de graines normales de 25,89 %. La pose des nids de *Lipotriches collaris* dans les plantations de *Glycine max* est recommandée pour augmenter la production des gousses et des graines.

ABSTRACT

To determine *Lipotriches collaris* Vachal 1903 (Hymenoptera : Halictidae) impact on yields of *Glycine max* (Fabaceae), foraging and pollination activities were observed in Maroua (Cameroun), from August to September, 2010 and 2011. For each year 17244 and 15910 flowers were labeled and protected and divided in to two treatments. 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 *Lipotriches collaris* foraged on *Glycine max* flowers from 6 am to 5 pm and throughout the whole blooming period.



Lipotriches collaris intensely harvested nectar. The mean foraging speed was 10.49 flowers/min. The number of seeds per pod and the percentage of normal seeds from protected flowers and visited by *Lipotriches collaris* exclusively were significantly higher ($P<0.001$) than those from protected flowers. Through its pollination efficiency, *Lipotriches collaris* increased significant fructification rate in the order of 13.06 %, the number of seed yields per pod was 21.22 % and the percentage of the normal seeds was 25.89 %. The installation of *Lipotriches collaris* nests close to *Glycine max* field could be recommended to improve its pods and seeds production.

2 INTRODUCTION

Beaucoup de plantes, pour leur reproduction, dépendent de la pollinisation (Mc Gregor, 1976). Cette pollinisation est assurée par plusieurs agents parmi lesquels les insectes occupent une place très importante (Faegri and Pijl, 1979 ; Tchuenguem *et al.*, 2007 ; Klein *et al.*, 2007). Une pollinisation efficace par les insectes permet d'accroître le rendement fruitier et une meilleure qualité de la graine (Vaissière and Izard, 1995 ; Segeren *et al.*, 1996). En milieu naturel comme dans les agro écosystèmes, les insectes floricoles en général et les Apoïdes en particulier ont une grande importance écologique et économique du fait qu'ils influencent positivement sur la production agro-alimentaire (Mutsaers, 1991 ; Desquesne, 1996). Le Soja (*Glycine max* L.) est une plante annuelle originaire de la Chine (Hymowitz, 1970). C'est une légumineuse dont la taille peut atteindre 1,5 m de hauteur (Gallais and Bannerot, 1992). Les feuilles sont trifoliées à l'exception des premières qui sont simples, opposées et ovalées ; La graine est généralement ovale, mais peut varier en fonction de l'espèce (Hymowitz and Harlan, 1983). La fleur a une couleur violette ou blanche (Boyeldieu, 1991), un calice tubulaire de cinq sépales, une corolle de cinq pétales, un seul carpelle et dix étamines donc neuf sont soudés et le dixième libre (Hymowitz and Harlan, 1983 ; Gallais and Bannerot, 1992) ; elle produit du pollen et du nectar attractifs pour les insectes (Milfont *et al.*, 2013 ; Tchuenguem and Dounia, 2014). Le soja est cultivé principalement pour ses graines, utilisées dans

les industries alimentaires (Boyeldieu, 1991 ; Tien *et al.*, 2002). La production de *Glycine max* au Cameroun est estimée à 12 544 tonnes pour une demande évaluée à plus de 15 260 tonnes en 2010 (MINADER, 2013) ; Par conséquent, il est important d'étudier les possibilités d'accroître la production de cette plante. L'entomofaune floricoles de *Glycine max*, a été étudiée au Brésil et au Cameroun par Milfont *et al.* (2013) et Tchuenguem et Dounia (2014) respectivement. Malgré ces travaux, les productions scientifiques sur la pollinisation entomophile de soja restent insuffisantes au Cameroun. De plus, dans la littérature et à notre connaissance, l'étude de l'efficacité pollinisatrice de *Lipotriches collaris* sur les fleurs de cette plante n'a pas encore été abordée. En dehors de *Apis mellifera* dont l'activité de butinage (Milfont *et al.*, 2013 ; Tchuenguem and Dounia, 2014) et l'efficacité pollinisatrice (Tchuenguem and Dounia, 2014) ont été étudiée, aucun autre insecte anthophile n'a encore fait l'objet de recherches approfondies sur *Glycine max*. 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 des travaux sur les relations entre *Glycine max* et les insectes entomophiles. L'objectif principal de ce travail est de contribuer à la maîtrise des relations entre le soja et ses insectes floricoles. Les objectifs spécifiques sont : (1) l'étude de l'activité de butinage de *Lipotriches collaris*, (2) détermination de son efficacité pollinisatrice sur les fleurs de *Glycine max*.

3 MATERIEL ET METHODES

3.1 Site et matériels biologiques : Les études ont été réalisées de juin à août en 2010 et 2011 respectivement dans la localité de Mayel – Ibbé (Maroua) (Latitude : 10°62' N, Longitude : 14°33' E et Altitude : 400 m), région de l'Extrême - Nord Cameroun. Cette région appartient à la zone écologique à trois grands domaines phytogéographiques : sahélo-soudanien ; soudanien d'altitude et sahélien périodiquement inondé ; à régime pluviométrique unimodal (Letouzey, 1985). Elle a un climat de type sahélo - soudanien, caractérisé par l'existence de deux saisons : une saison sèche (novembre à mai) et une saison de pluies (juin à octobre) ; la pluviosité annuelle varie de 400 à 1100 mm (Kuete *et al.*, 1993). La température annuelle oscille entre 29 et 38 °C et une amplitude thermique journalière variant entre 6 et 7 °C (Kuete *et al.*, 1993). La parcelle expérimentale est un champ de 264 m² de surface. Le matériel animal était représenté par *Lipotriches collaris* naturellement présents dans l'environnement expérimental et le matériel végétal par les semences de *Glycine max* fournies par Institut de Recherche Agricole pour le développement (IRAD) de Maroua.

3.2 METHODE

3.2.1 Semis et entretien de la culture : Le 12 juin 2010 et 15 juin 2011, la parcelle expérimentale, ayant été préalablement labourée et divisée en 8 billons de 1 x 1 m² chacune, avec une allée de deux mètres laissée entre les billons et tout au tour du champ. Ce champ a reçu les semis sur 3 lignes par billons. Les graines sont semées en poquets, à raison de 5 grains par poquet. L'espacement est de 25 cm sur les lignes et de 33 cm entre les lignes (Tchuenguem and Dounia, 2014). Deux semaines après la germination, les plants ont été démarriés en laissant deux pieds par poquet. Du démarriage à l'ouverture de la première fleur, survenue le 22 juillet 2010 et le 28 juillet 2011, le sarclage a été réalisé à la houe toutes les trois semaines. Le

sarclage manuel est régulièrement effectué dès le début de la floraison jusqu'à la récolte.

3.2.2 Étude de l'activité de *Lipotriches collaris* sur les fleurs de *Glycine max* : Les produits floraux (nectar et/ou pollen) prélevés par *Lipotriches collaris* ont été notés pendant les périodes d'observations sur les fleurs. L'étude de ce paramètre permet de savoir si *Lipotriches collaris* est strictement pollinivore, nectarivore ou pollinivore et nectarivore. Ceci peut donner une idée sur son implication dans la pollinisation croisée de cette plante. La durée de visites (Tchuenguem *et al.*, 2004) était chronométrées du 22 juillet au 5 août et du 28 juillet au 10 août respectivement en 2010 et 2011 et selon six tranches horaires : 7-8 h, 9-10 h, 11-12h, 13-14h, 15-16h et 17-18h. Les abondances (plus grands nombres d'individus simultanément en activité) par fleur et par 1000 fleurs (A_{1000}) et la vitesse de butinage (nombre de fleurs visitées par minute) ont été enregistrées, aux mêmes dates et selon cinq tranches : 8-9h, 10-11h, 12-13h, 14-15 h et 16-17 h. L'abondance par 1000 fleurs était compté 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 *Lipotriches collaris* effectivement comptés sur Fx (Tchuenguem *et al.*, 2004).

3.2.3 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 7 à 18 h, à l'aide d'un thermo hygromètre installé à l'ombre.

3.2.4 Mesure de l'efficacité pollinisatrice de *Lipotriches collaris* sur *Glycine max* : Le 22 juillet 2010, 17916 fleurs (au stade bouton floral) appartenant à 92 plantes réparties sur 8 billons ont été étiquetées et deux traitements constitués. Traitement 1 : quatre billons (constitués de 17866 fleurs réparties sur

72 plantes) ont été isolés à l'aide des sacs en toile gaze et le traitement 2 constitué de 20 plantes (portant 51 fleurs étiquetées et réparties sur quatre billons) isolées comme ceux du traitement 1. Entre 10 h et 11 h (de préférence à la tranche horaire correspondant au pic d'activité de *Lipotriches collaris*, le sac en toile gaze est délicatement enlevé sur chaque de plante du traitement 2 portant les fleurs étiquetées et nouvellement épanouies et cette dernière observée pendant vingt minutes, en vue de noter une visite éventuelle de *Lipotriches collaris*. Après cette manipulation, la plante est à nouveau protégée. L'expérience a été renouvelée en 2011. A la maturité des gousses, pour chaque année d'étude, la contribution numérique directe (P_f) de *Lipotriches collaris* sur la fructification est $P_f = \{[(f_2 - f_1) / f_2] \times 100\}$ où f_2 et f_1 sont les taux de fructification dans les traitements 2 (fleurs protégées et visitées

exclusivement par *Lipotriches collaris*) et 1 (fleurs protégées) (Tchuenguem *et al.*, 2004). La contribution numérique directe (P_g) de *Lipotriches collaris* au nombre de graines par gousse est $P_g = \{[(g_2 - g_1) / g_2] \times 100\}$ où g_1 et g_2 sont les nombres moyens de graines par gousse dans les traitements 1 et 2 (Tchuenguem *et al.*, 2004). La contribution numérique directe (P_{gn}) de *Lipotriches collaris* à la formation des graines normales est $P_{gn} = \{[(gn_2 - gn_1) / gn_2] \times 100\}$ où gn_1 et gn_2 sont les pourcentages des graines normales dans les traitements 1 et 2 (Tchuenguem *et al.*, 2004).

3.3.5 Analyse des données : Le logiciel SPSS a été utilisé pour trois tests : le test (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 (Schwartz, 1984).

4 RESULTATS

4.1 Activité de *Lipotriches collaris* sur les fleurs de *Glycine max*

4.1.1 Substances florales prélevées : Au cours de chacune des périodes de floraison de

Glycine max, *Lipotriches collaris* a récolté exclusivement et de manière régulière le nectar (Figure 1). Le prélèvement actif du pollen n'a pas été observé.



Figure 1 : *Lipotriches collaris* récoltant le nectar sur une fleur de *Glycine max*

4.1.2 . Durée des visites par fleur : La durée moyenne d'une visite de *Lipotriches collaris* par fleur de *Glycine max* en 2010 a été de 3,21

sec (n = 56 ; s = 1,50 ; max = 5), le résultat correspondant a été de 3,91 sec (n = 49 ; s = 2,04 ; max = 9) en 2011. La différence entre les

durées de visite d'une fleur en 2010 et 2011 est hautement significative ($t = - 8,76$ [ddl = 103 ; $P < 0,01$]).

4.1.3 Vitesse de butinage de *Lipotriches collaris* sur les fleurs de *Glycine max*:

L'insecte étudié (*Lipotriches collaris*) a visité 1 à 17 fleurs /min en 2010 et 1 à 19 fleurs /min en 2011. La vitesse moyenne de butinage est de 9,73 fleurs/min ($n = 50$; $s = 4,58$) en 2010 et de 11,25 fleurs/min ($n = 50$; $s = 4,18$) en 2011. La différence entre ces deux moyennes est hautement significative ($t = - 8,57$ [ddl = 98 ; $P = 0,01$]).

4.1.4 Abondance des butineuses :

En 2010, le plus grand nombre d'individu (*Lipotriches collaris*) simultanément en activité a été de 1 par fleur ($n = 50$; $s = 0$) et de 84,69 par 1000 fleurs ($n = 47$; $s = 19,54$; maxi = 324). En 2011, les chiffres correspondant ont été de 1 par fleur ($n = 50$; $s = 0$) et 61,91 par 1000 fleurs ($n = 51$; $s = 21,88$; maxi = 420). La différence entre le nombre moyens de butineuses par 1000 fleurs en 2010 et 2011 est hautement significative ($t = 26,52$; $ddl = 96$; P

$< 0,01$). Les visites de *Lipotriches collaris* étaient d'autant plus nombreuses que le nombre des fleurs épanouies était élevé (Figure 2). La corrélation entre le nombre de visites de *Lipotriches collaris* s'est révélée positive et hautement significative en 2010 ($r = 0,86$ [ddl = 8 ; $P < 0,05$]) et significative en 2011 ($r = 0,62$ [ddl = 8 ; $P < 0,5$]).

4.2 Influence de la température et de l'humidité de l'air sur les visites :

Cette abeille (*Lipotriches collaris*) a été active sur les fleurs de *Glycine max* de 6 h à 17 h, avec un pic de visites situé entre 10 h et 11 h en 2010 et 2011 (figure 3). La corrélation entre le nombre de visites de *Lipotriches collaris* et l'humidité relative de l'air est positive et significative ($r = 0,66$ [ddl = 4 ; $P < 0,1$]) en 2010 et non significative ($r = 0,23$ [ddl = 4 ; $P > 0,05$]) en 2011. La température n'a pas influencé l'activité de *Lipotriches collaris* sur les fleurs de *Glycine max* dans les conditions expérimentales en 2010 ($r = - 0,34$ [ddl = 4 ; $P > 0,05$]) et en 2011 ($r = - 0,06$ [ddl = 4 ; $P > 0,05$]) (Tableau 1) (figure 4).

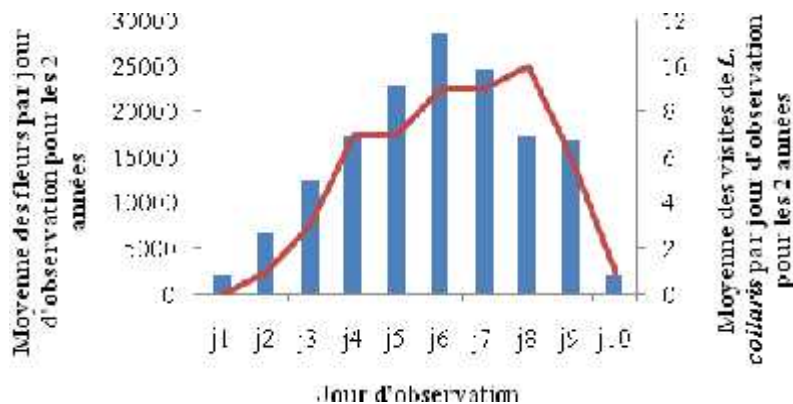


Figure 2. Variation du nombre de fleurs et de visites de *Lipotriches collaris* sur les fleurs de *Glycine max* en fonction des jours d'observations en 2010, 2011.

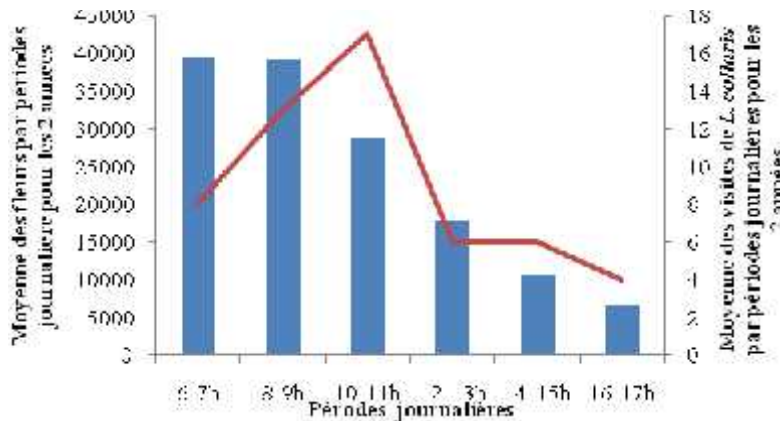


Figure 3. Variation du nombre de fleurs et de visites de *Lipotriches collaris* sur les fleurs de *Glycine max* en fonction des périodes journalières en 2010, 2011.

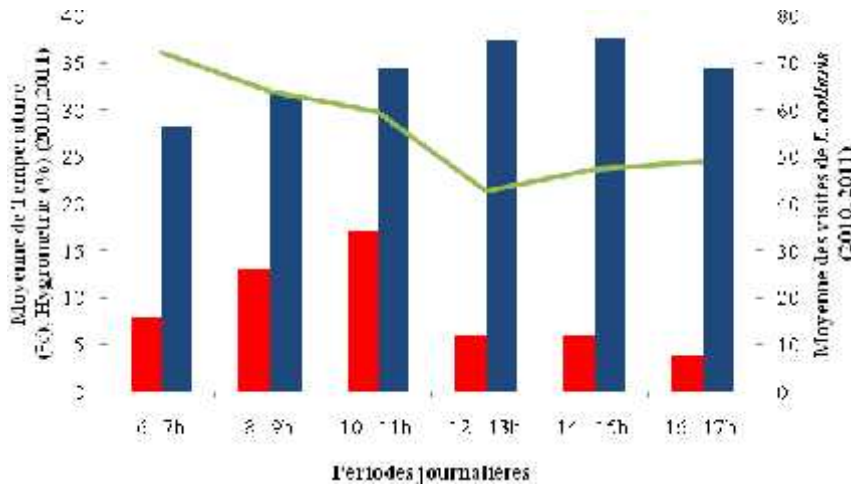


Figure 4 : La moyenne de température, l'humidité et le nombre de visites de *Lipotriches collaris* sur les fleurs de *Glycine max* en 2010 et 2011.

Tableau 1. Distribution journalière de *Lipotriches collaris* sur les fleurs de *Glycine max* de 10 jours d'observation en 2010 et 2011 respectivement, température et l'humidité moyenne du site d'étude.

Année	Paramètres enregistrés	Périodes journalières (heure)					
		6 - 7h	8-9h	10-11h	12-13h	14-15h	16-17h
2010	Nombre de visites	11	16	12	9	8	0
	Température (°C)	29,09	31,93	34,48	37,61	39,12	34,47
	Hygrométrie (%)	72,3	64	59,3	52,4	47,1	48,6
2011	Nombre des visites	5	9	22	3	3	7
	Température (°C)	27,26	31,38	34,05	37,2	35,95	34,28
	Hygrométrie (%)	72,1	64,1	59,99	53,2	47,5	49,3

Pour les températures et hygrométries, chaque donnée représente une moyenne de 60 observations.

4.3 Efficacité pollinisatrice de *Lipotriches collaris* sur de *Glycine max* :

Pendant la récolte du nectar, l'abeille (*Lipotriches collaris*) est régulièrement en contact avec les anthères et le stigmate. Cet insecte augmente par conséquent les possibilités de pollinisation de cette Fabacée. Du tableau 2, il ressort que :

a) la comparaison des taux de fructification montre une différence significative entre les traitements 1 et 2 ($\chi^2 = 3,27$ [ddl = 1 ; $P < 0,05$]) en 2010 et ($\chi^2 = 4,76$ [ddl = 1 ; $P < 0,025$]) en 2011. Par conséquent, le taux de fructification des fleurs isolées et visitées exclusivement par *Lipotriches collaris* (traitement 2) est élevé que celui des fleurs protégées (traitement 1). En 2010 et 2011, le pourcentage du taux de fructification dû à l'efficacité pollinisatrice de *Lipotriches collaris* est de 14,14 % et 11,98 % respectivement. Pour les deux années d'expérimentations, le pourcentage moyen est de 13,06 % ;

b) la comparaison de nombre moyen de graines par gousse montre une différence très hautement significative entre les traitements 1 et 2 ($t = 48,00$ [ddl = 14810 ; $P < 0,001$]) en 2010 et ($t = -6,90$ [ddl = 14007 ; $P < 0,001$])

en 2011. Par conséquent, en 2010 et 2011, le nombre de graines par gousse des fleurs isolées et visitées exclusivement par *Lipotriches collaris* (traitement 2) est élevé que celui des fleurs protégées (traitement 1). Le pourcentage du nombre de graines par gousse dû à l'efficacité pollinisatrice de *Lipotriches collaris* est de 29,26 % et 13,18 % en 2010 et 2011 respectivement. Pour les deux saisons d'études, ce pourcentage est de 21,22 % ;

c) la comparaison de pourcentage de graines normales montre une différence très hautement significative entre les traitements 1 et 2 ($\chi^2 = 33,27$ [ddl = 1 ; $P < 0,001$]) en 2010 et ($\chi^2 = 29,95$ [ddl = 1 ; $P < 0,001$]) en 2011. Par conséquent, en 2010 et 2011, les graines normales issues des fleurs isolées et visitées exclusivement par *Lipotriches collaris* (traitement 2) est plus élevé que celui des fleurs protégées (traitement 1). Le pourcentage de graines normales dû à l'efficacité pollinisatrice de *Lipotriches collaris* est de 27,70 % et 24,08 % en 2010 et 2011 respectivement. Pour les deux années d'expérimentations, ce pourcentage est de 25,89 %.

Tableau 2 : Taux de fructification, nombre moyen de graines par gousse et pourcentage des graines normales selon les traitements de *Glycine max*.

Traitemen t	Anné e	NFE	NGF	TF	g / G		Ng	Gn	Pgn
					m	s			
FP (1)	2010	17208	14776	85,86%	2,32	1,01	34162	22415	65,61
FPL (2)	2010	36	36	100%	3,28	1,14	119	108	90,75
FP (3)	2011	15875	13974	88,02%	2,49	1,52	63176	43250	68,45
FPL (4)	2011	35	35	100%	2,2	1,18	115	106	90,17

FP : fleurs protégées, FPL : fleurs pollinisées par *Lipotriches collaris*, 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.

5 DISCUSSION

5.1 Activité de *Lipotriches collaris* sur les fleurs de *Glycine max* : Nous avons trouvé que *Lipotriches collaris* est l'un des insectes floricoles de *Glycine max* dans la localité de Maroua, Région de l'Extrême-Nord au

Cameroun. Au Japon Yuichiro et Yamaguchi (2002) ont observés plutôt *Halictus* sp. sur les fleurs de cette Fabacée. Cette différence serait due à la faible représentativité ou à l'absence de cet insecte dans la localité de Maroua pendant



notre étude. Par contre l'abeille *Apis mellifera* à été aussi observé sur les fleurs de la *Glycine max* au USA (Chiang & Kiang, 1987), au Brésil (Milfont *et al.*, 2013) et à Maroua au Cameroun (Tchuenguem and Dounia, 2014). Le pic d'activité de cet insecte situé dans la matinée (10h – 11h) ceci serait lié à la période de plus grande disponibilité du nectar au niveau de la fleur de cette plante et la bonne attractivité de ce produit floral vis-à-vis de *Lipotriches collaris* (Tchuenguem and Dounia, 2014). A Maroua les Abeilles ont été également signalée sur les fleurs de *Abelmoschus esculentus* (Azo'o *et al.*, 2011, 2012), *Allium cepa* (Tchindébé and Tchuenguem, 2014), *Gossypium hirsutum* (Dounia and Tchuenguem, 2013, 2014) et *Phaseolus vulgaris* (Petite Graine Rouge) (Douka and Tchuenguem, 2013).

5.2 Impact de l'activité de *Lipotriches collaris* sur la pollinisation et les rendements de *Glycine max* : Cette halictidé (*Lipotriches collaris*) est toujours en contact avec le stigmate lors de la récolte du nectar, pendant cette récolte du nectar l'insecte agite la fleur visité ce qui permet la libération du pollen provoquant ainsi une autopolinisation, en appliquant le pollen d'une fleur sur son propre stigmate. Ceci est d'autant plus probable que l'autogamie a déjà été mise en évidence chez *Glycine max* par Fehr (1980), Milfont *et al.*, (2013) et Tchuenguem et Dounia (2014). Cette forme de système de reproduction mixte avec prépondérance de l'autogamie chez le soja avait

déjà été signalée par Erickson, (1976), Milfont *et al.*, (2013) et Tchuenguem et Dounia (2014). L'intervention de *Lipotriches collaris* dans la pollinisation de *Glycine max* est d'autant plus importante que sa période journalière d'intense activité, située dans la matinée, coïncide avec la période de réceptivité optimale des stigmates du soja (Delaplane and Mayer, 2000). Milfont *et al.* (2013) au Brésil, indique que les insectes floricoles (*Apis mellifera*) augmentent positivement le taux de fructification (+ 18,09 %) de *Glycine max* par leurs activité de butinage et de pollinisation. La contribution numérique de *Lipotriches collaris* dans les rendements du soja via son efficacité pollinisatrice est significativement plus élevée sur les fleurs isolées puis visitées exclusivement par cet insecte à ceux des fleurs isolées. Ceci prouve que l'insecte étudié (*Lipotriches collaris*) est l'un des pollinisateurs de soja à Maroua. Les Hyménoptères en général et les Apoïdes en particulier influencent positivement sur les rendements en fruits et en graines des plantes (Klein *et al.*, 2007 ; Gallai *et al.*, 2009). De plus, lors de l'activité de butinage, l'agitation de fleur due au poids de *Lipotriches collaris* est suffisante pour provoquer la sortie du stigmate hors de la carène, indispensable pour l'émission du pollen. Les observations similaires ont été faites par Pando *et al.* (2011a) sur *Phaseolus coccineus* ; Kingha *et al.* (2012) et Douka and Fohouo (2013) sur *Phaseolus vulgaris* au Cameroun.

6 CONCLUSION

A Maroua au Cameroun, le soja a bénéficié fortement de la pollinisation entomophile. Parmi les insectes qui visitent cette plante, cette abeille (*Lipotriches collaris*) récolte fortement et exclusivement le nectar. La comparaison des rendements des fleurs protégées et visitées exclusivement par *Lipotriches collaris* à celles 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 en 2010 et 2011 respectivement. L'efficacité pollinisatrice de *Lipotriches collaris* sur les rendements a été prouvée. Le traitement des plants de soja aux pesticides chimiques est à éviter pendant la période de floraison.

7 REFERENCES



- Azo'o Ela M, Tchuenguem FFN. and Messi J : 2011. Influence of the Foraging Activity of the Entomofauna on Okra (*Abelmoschus esculentus*) Seed Yield. *International Journal of Agriculture & Biology*, 13 (5) : 761-765.
- Azo'o Ela M, Madi A, Tchuenguem FFN. and Messi J : 2012. The importance of a single floral visit of *Eucara macrognatha* and *Tetralonia fraterna* (Hymenoptera : Apidae) in the pollination and the yields of *Abelmoschus esculentus* in Maroua, Cameroon. *African Journal of Agricultural Research*, 7 (18) : 2853-2857.
- Basualdo M, Bedascarrasbure E. and De Jong D : 2000. Africanized honey bees (Hymenoptera: Apidae) have a greater fidelity to sunflowers than European bees. *Journal of Economic Entomology* 93 : 304-307.
- Boyeldieu J : 1991. *Produire des grains oléagineux et protéagineux*. 115-152 p.
- Chiari WC, Toledo VAA, Ruvolo-Takasusuki MCC, Attencia VM, Costa FM, Kotaka CS, Sakaguti ES. and Magalhaes HR : 2005. Floral biology and behavior of Africanized honeybees *Apis mellifera* in soybean (*Glycine max* L. Merrill). *Brazilian Archives of Biology and Technology* 48 (3) : 367-378.
- Chiang YC. and Kiang YT : 1987. Geometric position of genotypes, honeybee foraging patterns and outcrossing in Soybean, *Bot. Bull. Academia Sinica* 20 : 1-11.
- Desquesne PH : 1996. Apiculture tropicale en Afrique de l'Ouest In : *L'abeille de France*. 131-132 p.
- Douka C. and Tchuenguem FFN : 2013. Foraging and pollination behavior of *Apis mellifera adansonii* L. (Hymenoptera, Apidae) on *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae) flowers at Maroua (Cameroon). *International Research Journal of Plant Science* 4(2) : 45-54.
- Dounia and Tchuenguem FFN : 2013. Foraging and pollination activity of *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera: Apidae) on flowers of *Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae) at Maroua, Cameroon. *International Journal of Plant Sciences* 4(2) : 33-44.
- Erickson EH : 1976. "Bee pollination of Soybean" dans *Proceeding of the Sixth Soybean Seed Research conference*, 1976 American Seed Trade Association Publication, n° 6 : 46-49.
- Faegri K. and Pijl LVD : 1979. *The principle of pollination ecology*. 3rd revised ed., Pergamon Press, Oxford, 244 p.
- Fehr : 1980. « Soybean » dans WR, Fehr et HH, Hadley, director of publication, *Hybridization of crop plants*, American Society of Agronomy, Inc. et Crop Science Society of Agronomy, Inc., Madison, Wisconsin : 598-600.
- Gallais A and Bannerot H : 1992. *Amélioration des espèces végétales cultivées*. INRA, Paris. 768 p.
- Gallai N, Salles JM, Settele J. and Vaissière BE : 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics* 68 : 810-821.
- Hymowitz T : 1970. On the domestication of the soybean. *Economic Botany* 24 : 408-421.
- Hymowitz T. and Harlan JR : 1983. Introduction of soybeans to North America by Samuel Bowen in 1765. *Economic Botany* 37 : 371-379.
- Klein AM, Vaissière BE, Cane JH, Steffan DI, Cunnigham SA, Kremen C. and Tscharntke T : 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceeding of the Royal Society* 274 : 303-313.
- Kuete M, Melingui A, Mounkam J. and Nofiele D : 1993.
- Kingha BMT, Tchuenguem FFN, Ngakou A.



- and Brückner D : 2012. Foraging and pollination activity of *Nectar Xylocopa olivacea* (Hymenoptera, Apidae) organises flower-visitor community structure. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 113 : 103-107.
- Letouzey R: 1985. *Notice de la carte phytogéographique du Cameroun au 1/500000*. Inst. Carte Intern. Végétation, Toulouse et Inst. Rech. Agron., Yaoundé.
- Milfont, Marcelo de O, Epifania Emanuela M, Rocha, Afonso Odério N, Lima and Breno M. Freitas : 2013. Higher soybean production using honeybee and wild pollinators, a sustainable alternative to pesticides and autopolination, *Environmental Chemistry Letters*. Doi 10.1007/S 10311 – 013 – 0312 .8.
- McGregor SE : 1976. *Insect pollination of cultivated crop plants*. *Agricultural Research Service*. United States Department of Agriculture, Agric. Handb, Washington, 496 : 411.
- MINADER : 2013. Agriculture vivrière and d'exploitation. Chambre de Commerce, d'Industrie des Mines et de l'Artisanat. Juin 2013.
- Mutsaers M : 1991. Bees in their natural environment in south western Nigeria. *The Nigerian Field*, 56: 3 - 18.
- Montgomery BR : 2009. Do pollen carryover and pollinator constancy mitigate effects of competition for pollination. *Oikos* 118 : 1084-1092.
- Pando JB, Tchuenguem FFN and Tamesse JL : 2011a. Foraging and pollination behaviour of *Xylocopa calens* (Hymenoptera: Apidae) on *Phaseolus coccineus* L. (Fabaceae) flowers at Yaoundé (Cameroon). *Entomological Research* 41 : 185-193.
- Philippe JM: 1991. La pollinisation par les abeilles : pose des colonies dans les cultures en floraison en vue d'accroître les rendements des productions végétales. EDISUD, La calade, Aix-en-Provence, 179 p.
- Potts SG, Vulliamy B, Roberts S, O'Toole C, Dafni A, Ne'eman G. and Willmer PG : 2004. Foraging and pollination activity of *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) on *Glycine max* L. (Fabaceae) flowers at Maroua. *Journal of Research in Biology* 4(1) : 1209-1219.
- Roubik DW : 2000. Pollination system stability in Tropical America. *Conservation Biology* 14(5) : 1235-1236.
- Segeren P, Mulder V, Beetsma J. and Sommeijer R : 1996. *Apiculture sous les tropiques*. Agrodok 32, 5ème ed., Agromisa, Wageningen, 88 p.
- Schwartz D : 1984. *Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes*. Flammarion Médecine – Science, 318 p.
- Tchindébé G. and Tchuenguem FFN : 2014. Foraging and pollination activity of *Apis mellifera adansonii* L. (Hymenoptera : Apidae) on flowers *Alium cepa* L. (Liliaceae) at Maroua, Cameroon. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 5 (2) : 139 - 153.
- Tchuenguem FFN, Fameni TS. and Brückner D : 2014a. Foraging and pollination behaviour of *Xylocopa olivacea* (Hymenoptera: Apidae) on *Phaseolus coccineus* (Fabaceae) flowers at Ngaoundere (Cameroon). *International Journal of Tropical Insect Science* 34(2) : 127–137
- Tchuenguem FFN, Kingha TBM. and Brückner D : 2014b. Diversité des insectes floricoles et son impact sur les rendements fruitiers et grainiers de *Arachis hypogaea* L. (Fabaceae) à Dang (Ngaoundéré-Cameroun). *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 8(3) : 983-997
- Tchuenguem FFN. and Dounia : 2014. Foraging and pollination behavior of *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera: Apidae) on *Glycine max* L. (Fabaceae) flowers at Maroua. *Journal of Research in Biology* 4(1) : 1209-1219



Tchuenguem FFN, Djonwangwé D, Messi J. and Brückner D : 2007. Exploitation des fleurs de *Entada africana*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Psidium guajava* et *Trichillia emetica* par *Apis mellifera adansonii* à Dang (Ngaoundéré, Cameroun). *Cameroon Journal of Experimental Biology*. 3 : 50-60.

Tchuenguem FFN : 2005. Activité de butinage et de pollinisation d'*Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera: Apidae, Apinae) sur les fleurs de trois plantes à Ngaoundéré (Cameroun): *Callistemon rigidus* (Myrtaceae), *Sygygium guineense* var. *macrocarpum* (Myrtaceae) et *Voacanga africana* (Apocynaceae). Thèse du Doctorat d'Etat, Université de Yaoundé I, 103 p.

Tchuenguem FFN, Messi J, Brückner D, Bouba B, Mbofung G. and Hentchoya HJ : 2004. Foraging and pollination behaviour of the African honey bee (*Apis mellifera adansonii*) on *Callistemon rigidus* flowers at Ngaoundéré (Cameroun). *Journal of the Cameroon Academy of Sciences* 4(2) : 133- 140.

Tien HH, Hien TM, Son MT and Herridge D : 2002. Inoculation and N₂ fixation of soybean and mungbean in the Eastern region of South Vietnam. In "10⁹ proceedings (ACIAR) inoculants and nitrogen at legumes in Vietnam". Edited by D. Herridge . pp 29 – 36.

Yuichiro N. and Yamaguchi H : 2002. Natural hybridization in wild soybean (*Glycine max* ssp. *soja*) by pollen flow from cultivated soybean (*Glycine max* ssp. *max*) in a designed population, *Weed Biology and Management* 2 : 25–30 (2002)

Vaissières B. and Izard D : 1995. La pollinisation, un facteur à ne pas négliger. *Fruit et légume*, pp 57 – 60.