



Research Article

Cameroon Journal of Biological and Biochemical Sciences 2020, Vol 28, Serie 2, 169-180

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

Entomofaune floricole de *Helianthus annuus* (Asteraceae) et impact de *Apis mellifera* (Hymenoptera : Apidae) sur les rendements à Doyaba (Tchad)

Clautin Ningatoloum⁽¹⁾⁽²⁾, Dounia^{(3)(*)}, Chantal Douka⁽³⁾, Sidonie Tope Fameni⁽⁴⁾ et Fernand-Nestor Tchuenguem Fohouo⁽¹⁾

⁽¹⁾ Laboratoire de Zoologie Appliquée, Université de Ngaoundéré, Faculté des Sciences, B.P 454 Ngaoundéré, Cameroun.

⁽²⁾ Département de Biologie, Université Adam Barka d'Abéché, Faculté des Sciences et Techniques B.P. 1173 Abéché, Tchad,

⁽³⁾ Laboratoire de Zoologie, Université de Yaoundé I, École Normale Supérieure, B.P 47 Yaoundé, Cameroun.

⁽⁴⁾ Département des Sciences Biologiques, Université de Maroua, Faculté des Sciences, B.P. 814 Maroua, Cameroun.

^(*) Auteur Correspondant email : dounia.nat@gmail.com, Tel : (+237) 691361111

RESUME

Afin d'évaluer l'impact de *Apis mellifera* Linné 1758 (Hymenoptera : Apidae) sur les rendements de *Helianthus annuus* Linné 1753 (Asteraceae), les activités de butinage et de pollinisation des capitules ont été observées à Doyaba (Tchad). En 2015 et en 2016, 240 capitules ont été étiquetés et répartis sur 4 traitements (capitules laissés en libre pollinisation, capitules isolés et les capitules isolés puis ouvertes aux visites de *A. mellifera* exclusivement), l'activité de butinage sur les capitules, l'efficacité pollinisatrice, le taux de fructification, le nombre d'akènes par capitule et le pourcentage d'akènes normaux ont été évalués. Les résultats ont montré que *A. mellifera* butinait les fleurons pendant toute la période de floraison. Sur cette plante, cette abeille récoltait intensément le nectar. Le nombre d'akènes par capitule et le pourcentage d'akènes normaux issus des capitules protégés et visités exclusivement par *A. mellifera* ont été significativement supérieurs à ceux issus des capitules protégés. A travers son efficacité pollinisatrice, *A. mellifera* a provoqué un accroissement significatif du taux de fructification de 25,87 %, du nombre d'akènes par capitule de 23,43 % et du pourcentage des akènes normaux de 69,51 %. La pose des colonies de *A. mellifera* dans les plantations de *H. annuus* est recommandée pour augmenter la production des akènes.

Mots-clés : *Apis mellifera*, *Helianthus annuus*, nectar, pollinisation, rendements.

ABSTRACT

To evaluate the impact of *Apis mellifera* Linnaeus 1758 (Hymenoptera : Apidae) on the fructification of *Helianthus annuus* Linnaeus 1753 (Asteraceae), its foraging and pollinating activities were observed in Doyaba (Tchad), during two years (2015 and 2016). Treatments included unlimited floral access by all visitors, bagged flowers to avoid all visits and limited visits of *A. mellifera*. Observations were made on 120 capitula for all treatments per year. In fact, all flower visitors were recorded. Foraging behaviour on capitula, pollination efficiency, fruiting rate, number of akenes per capitula and percentage of normal akenes were recorded. The result precise that *Apis mellifera* preferably foraged nectar. The fruiting rate, the number of akenes per capitula and the percentage of normal akenes of unprotected capitula were significantly higher than those of protected from insects. The activities of *Apis mellifera* increase the fruiting rate by 25.87 %, as well as the number of akènes per capitula by 23.43%, and the percentage of normal akenes by 69.51. The installation of *A. mellifera* colonies in plantation of *Helianthus annuus* is recommended to increase akenes production of this species.

Keywords : *Apis mellifera*, *Helianthus annuus*, nectar, pollination, yields.

1. INTRODUCTION

Les Nations Unies ont placé la réduction de la pauvreté comme l'une des priorités du troisième millénaire ; cette réduction passe nécessairement par l'accroissement de la production agricole qui est une priorité pour tous les pays au Sud du Sahara (PAM, 2007). L'agriculture en Afrique subsaharienne est marquée par une faible productivité (Aby Sy *et al.*, 2011). Cette situation de déficit alimentaire est due au fait que : l'ensemble des projets et programmes de développement en agriculture n'intègrent pas tous les facteurs pouvant contribuer à l'augmentation des rendements ; ces facteurs incluent les pratiques culturales et la maîtrise des insectes pollinisateurs (Kumar, 1991 ; Klein *et al.*, 2007 ; Winfree *et al.*, 2008). Pour ce qui est des insectes pollinisateurs, leur intervention dans l'augmentation des rendements des plantes est ignorée par bon nombre d'agriculteurs africains (Eardley *et al.*, 2006). En effet, la majorité d'agriculteurs africains ne savent pas que l'absence des insectes pollinisateurs ou la présence d'un nombre trop insuffisant de ces arthropodes pendant la période de floraison, peuvent affecter les rendements (Philippe, 1991 ; Vaughton *et al.*, 2010). Dans certains pays du monde, les activités des insectes pollinisateurs et particulièrement des Apidés sont exploitées du fait qu'elles sont bien connues (Van Engelsdorp & Meixner, 2010). Aux Etats Unies d'Amérique, en Amérique latine et en Europe, les agriculteurs utilisent les abeilles comme agents pollinisateurs permettant l'augmentation des rendements des plantes ; En Inde et en Russie, *Apis mellifera* est utilisée pour la pollinisation de *Gossypium hirsutum* (McGregor, 1976). En Afrique Centrale et précisément au Cameroun, les relations entre quelques plantes et leurs insectes pollinisateurs sont de plus en plus connues grâce aux travaux réalisés depuis plus de 30 ans dans diverses zones agro-écologiques de ce pays. La population tchadienne vit principalement en zone rurale et est constituée en majeure partie des agriculteurs (INSEED, 2012). Pourtant dans ce pays, l'agriculture qui est l'un des secteurs prioritaires sur lequel repose le développement reste très peu productive ; pour une demande en produits agricoles toujours en hausse (INSEED, 2017). Afin d'améliorer de façon durable les productions agricoles au Tchad, il serait judicieux d'y intensifier les recherches pointues et appliquées en agriculture puis de vulgariser les résultats de toutes ces investigations auprès des producteurs et du public. Dans cette perspective, les recherches approfondies sur les relations entre les insectes floricoles et les plantes devraient fournir des données pouvant être exploitées pour accroître les rendements de plusieurs espèces végétales.

Helianthus annuus, est une plante annuelle originaire de l'Amérique du Nord (Limagrain, 2013). Cette plante fournit la quatrième huile oléagineuse consommée au monde après les huiles de palme, de soja et de colza (Boucly, 2007). La production mondiale de cet oléagineux est estimée à près de 40 millions de tonnes dont l'Ukraine en est le premier producteur (Montreuil, 2013). Au Tchad, il n'existe pas encore de données statistiques sur *H. annuus*, alors que les besoins en huiles oléagineuses sont très élevés ; 26,01 % des ménages tchadiens sont en insécurité alimentaire (INSEED, 2017). Le présent travail est une contribution à la compréhension des relations qui existent entre *H. annuus* et *A. mellifera* pour leur gestion optimale dans le regain de la production végétale au Tchad. Il vise cinq objectifs spécifiques : (a) déterminer le mode de reproduction de *H. annuus* ; (b) déterminer la diversité des insectes floricoles et la place de *A. mellifera* dans l'entomofaune floricole de cette Asteraceae ; (c) étudier l'activité de *A. mellifera* sur les capitules/fleurons de cette plante ; (d) évaluer l'impact des insectes sur la pollinisation et les rendements en akènes de chacune de cette essence ; (e) déterminer l'efficacité pollinisatrice de *A. mellifera*.

2. Matériel et méthodes

2.1. Matériel

2.1.1. Site et station d'étude

Les travaux de terrain ont été réalisés de juin à novembre 2015 et 2016 à Doyaba (latitude : 09°04'875'' N, longitude : 18° 25'721''E et altitudes 363,3 m), dans le campus de l'Université de Sarh, dans le Département de Barh-Kôh. Le site d'étude était entouré de plusieurs autres espèces végétales dont les coordonnées géographiques sont les suivantes : latitude : 7°04'875''N ; longitude : 018°25'721''E ; altitude : 363,3 m (Madjimbé, 2013).

2.1.2. Matériel biologique

Les akènes de *Helianthus annuus* ont été récoltés dans les plantations expérimentales de l'Université de Sarh (Tchad) et les insectes sur nos fleurons provenaient de l'environnement expérimental.

2.2. Méthodes

2.2.1. Préparation de la parcelle expérimentale, semis et suivi de la culture

Du 05 juin 2015 et du 06 juin 2016, la parcelle expérimentale rectangulaire de 437 m² a été labourée et divisée en huit sous-parcelles de 8 m de longueur sur 4,5 m de largeur chacune ; l'espace entre deux sous - parcelles successives était de 1 m. Le semis a été fait le 14 juillet 2015 et le 15 juillet

2016, en ligne à raison de 6 lignes par sous-parcelle et de 16 poquets par ligne. Les akènes ont été semés par poquet, à raison de trois (3) akènes par poquet. L'espacement sur les lignes était de 50 cm et 75 cm entre les lignes. Deux semaines après la levée, le démariage a été fait et deux plantes les plus vigoureuses ont été conservées par poquet. De la levée (survenue le 19 juillet 2015 et 20 juillet 2016) à l'ouverture du premier capitule, le sarclage a été réalisé régulièrement à la houe. Du début de l'apparition des capitules (survenue le 03 septembre 2015 et le 04 septembre 2016) à la maturité des akènes le 6 octobre 2015 et 10 novembre 2016), le désherbage était réalisé régulièrement à la main.



Figure 1 : Capitule de *Helianthus annuus* étiqueté et laissé en libre pollinisation

Pour chaque année d'observation et au terme de la floraison, le nombre d'akènes formés a été compté dans chacun des traitements. Pour chaque traitement, l'indice de fructification (*Ifr*) a été calculé à l'aide de la formule ci - après : $Ifr = (F_2 / F_1)$, où F_2 est le nombre de fruits formés et F_1 le nombre de fleurs viables initialement portées (Tchuenguem *et al.*, 2001). La différence entre les indices de fructification des deux traitements a permis d'apprécier les taux d'allogamie (*TC*) et d'autogamie (*TA*) selon les formules ci - après (Demarly, 1977) : $TC = \{[(Ifr_X - Ifr_Y) / Ifr_X] * 100\}$, où Ifr_X et Ifr_Y sont les indices de fructification moyens dans les traitements aux fleurs laissées en libre pollinisation (X) et dans les traitements aux fleurs protégées des insectes (Y) respectivement ; $TA = [100 - TC]$.

2.2.2. Détermination du mode de reproduction

Le 02 septembre 2015, 240 capitules de *H. annuus* au stade bouton ont été étiquetés (à raison de 15 capitules par sous-parcelle) sur 120 plantes et deux traitements constitués :

- traitement 1 : 120 capitules au stade bouton (portés par 120 plantes réparties aux 8 sous-parcelles) laissés en libre pollinisation (Figure 1) (Tchuenguem *et al.*, 2001) ;

- traitement 2 : 120 capitules au stade bouton (portés par 120 plantes appartenant aux 8 sous-parcelles) protégés des insectes à l'aide des sachets en toile gaze (Figure 2). Un an plus tard le 03 septembre 2016, l'expérience a été répétée.



Figure 2 : Capitule de *Helianthus annuus* étiqueté et protégé des insectes à l'aide d'un sachet en toile gaze

2.2.3. Détermination de insectes floricoles et place de *Apis mellifera* dans l'entomofaune floricole

Du 03 au 27 septembre 2015, les observations ont été effectuées tous les jours, sur les capitules des traitements 1, 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 rencontrés sur les capitules épanouis étaient comptés. Les insectes n'ayant pas été marqués, les résultats cumulés ont été exprimés par le nombre total de visites (Tchuenguem *et al.*, 1997a). Les données sur la fréquence des visites des différents insectes floricoles recensés ont permis de déterminer la place de *A. mellifera* dans l'entomofaune anthophile de *H. annuus* (Tchuenguem *et al.*, 2009b). La fréquence des visites de l'insecte (i) sur les fleurons de *H. annuus* (F_i) a été calculée à l'aide

de la formule ci - après : $F_i = \{[(V_i) / V_j] * 100\}$, où V_i est le nombre de visites de l'insecte (i) sur les capitules/fleurons du traitement aux fleurons libres et V_j le nombre de visites de tous les insectes sur ces mêmes capitules/fleurons (Tchuenguem *et al.*, 2001) et du 04 au 28 septembre 2016 les observations similaires ont été réalisées.

2.2.4. Etude de l'activité de *Apis mellifera* au niveau des fleurons

Il s'agissait de noter si sur un fleuron, la butineuse récolte le pollen, le nectar ou les deux aliments. Une ouvrière qui plonge sa trompe dans un fleuron est une récolteuse de nectar ; si par contre à l'aide des mandibules et des pattes, elle gratte les anthères du fleuron, il s'agit d'une récolteuse de pollen (Prost, 1987). Le pollen récolté peut être observé dans les corbeilles des pattes postérieures (Borror & White, 1991). La récolte du pollen peut être active (cas où il y a grattage des anthères et prise du pollen) ou passive (cas où en récoltant le nectar, le pollen s'accumule sur le tégument de l'abeille et qu'elle le rassemble ensuite dans ses corbeilles) (Joussellin & Kjellberg, 2001). Pour chaque année d'investigation, les produits floraux prélevés étaient systématiquement notés (Tchuenguem, 2005).

L'abondance est exprimée par le plus grand nombre d'individus de *A. mellifera* simultanément en activité sur un fleuron ou sur 1000 épanouies (Tchuenguem *et al.*, 2004). L'abondance par fleuron a été enregistrée à la suite des comptages directs. Pour l'abondance par 1000 fleurons, les butineuses ont été comptées sur un nombre connu de fleurons épanouis ; l'abondance par 1000 fleurons (A_{1000}) a été ensuite calculée à l'aide de la formule suivante : $A_{1000} = [(A_x / F_x) * 1000]$, où F_x et A_x sont respectivement le nombre de fleurons épanouis et le nombre de butineuses effectivement comptées sur ces fleurons à l'instant (x) (Tchuenguem, 2005).

La durée d'une visite est le temps que met une ouvrière de *A. mellifera* pour prélever un produit floral (pollen ou nectar) sur un fleuron (Tchuenguem, 2005). Le chronomètre (marque Kadio KD - 6128) ramené à zéro était mis en marche dès qu'une ouvrière se posait sur une fleur et arrêté dès le départ de celle-ci. La durée de la visite ainsi effectuée correspond à la valeur lue sur le chronomètre (Tchuenguem, 2005). Ce paramètre a été enregistré pendant les mêmes dates et tranches horaires que pour l'abondance des butineuses.

2.2.5. Détermination de l'impact de *Apis mellifera* sur la pollinisation de *Helianthus annuus*

L'impact de *A. mellifera* sur la pollinisation de *H. annuus* a été apprécié lors de

l'étude de la durée des visites. Il s'agissait de noter, pendant la récolte du nectar ou du pollen, le nombre de fois que le corps de la butineuse entre en contact avec le stigmate du fleuron visité (Tchuenguem, 2005). Ceci permet de mettre en évidence les possibilités d'intervention de l'abeille dans l'autopollinisation et la pollinisation croisée (Vaissière *et al.*, 2005 ; Fontaine *et al.*, 2006).

2.2.6. Evaluation de l'impact des insectes floricoles sur les rendements de *Helianthus annuus*

L'évaluation de l'impact des insectes floricoles sur les rendements a été appréciée à partir de trois paramètres : (a) le taux de fructification, (b) le nombre de graines par fruit et (c) le pourcentage de graines normales. Pour chacune des années d'étude, ladite évaluation est basée sur la comparaison des rendements fruitiers et grainiers du traitement aux capitules laissés en libre pollinisation (traitement 1) et ceux du traitement aux capitules protégés (traitement 2) (Roubik, 1995). Le taux de fructification (Fr_i) dû à l'influence des insectes floricoles est calculé à l'aide de la formule suivante : $Fr_i = \{[(Fr_1 - Fr_2) / Fr_1] * 100\}$, où Fr_1 et Fr_2 sont les taux de fructification dans les traitements 1 et 2 respectivement. Pour un traitement, le taux de fructification (Fr) est : $Fr = [(nombre\ d'akènes\ formés / nombre\ de\ fleurons\ viables\ initialement\ portés) * 100]$. Le pourcentage (Pg_i) du nombre d'akènes par capitule attribuable à l'influence des insectes floricoles est calculé à l'aide de la formule ci - après : $Pg_i = \{[(g_1 - g_2) / g_1] * 100\}$, où g_1 et g_2 sont les nombres d'akènes par capitule dans les traitements 1 et 2 respectivement. Le pourcentage (Pgn_i) d'akènes normaux attribuable à l'influence des insectes floricoles est calculé à l'aide de la formule qui suit : $Pgn_i = \{[(Pgn_1 - Pgn_2) / Pgn_1] * 100\}$, où Pgn_1 et Pgn_2 sont les pourcentages d'akènes normaux issus des traitements 1 et 2 respectivement (Tchuenguem, 2005).

2.2.7. Estimation de l'efficacité pollinisatrice de *Apis mellifera*

Parallèlement à la mise en place des traitements 1 et 2. 100 capitules portés par 100 pieds de *H. annuus*, étaient étiquetés et protégés comme ceux du traitement 2, c'était le traitement 3. Les fleurons épanouis étaient destinés à la visite exclusive par les ouvrières de *A. mellifera*. Pour chaque année d'observation, dès l'épanouissement de chaque bouton floral, la toile gaze était délicatement enlevée pendant la période d'activité optimale des ouvrières de *A. mellifera* et les fleurons laissés en libre pollinisation observés pendant 1 à 20 minutes, pour noter la visite éventuelle par une ouvrière de *A. mellifera*. Après

cette manipulation, les capitules visités étaient marqués et protégés mais la fleur n'était plus manipulée. Les capitules ouverts dont les fleurons n'ont pas été visités après la période d'observation étaient à nouveau protégés c'est le traitement 4. La comparaison des rendements du traitement aux capitules protégés dont les fleurons n'ont pas été visités (traitement 4) et ceux du traitement aux fleurons protégés puis visités exclusivement par *A. mellifera* (traitement 3) permet d'évaluer le rôle pollinisateur direct de cet Hyménoptère dans les rendements de la plante correspondante et en 2016 l'espérance a été de nouveau reconduite (Vaissière *et al.*, 1996). Le taux de fructification (Fr_A) dû à l'efficacité pollinisatrice de *A. mellifera* est calculé à l'aide de la formule qui suit : $Fr_A = \{[(Fr_3 - Fr_4) / Fr_3] * 100\}$, où Fr_3 et Fr_4 sont les taux de fructification dans les traitements 3 et 4 respectivement (Tchuenguem *et al.*, 2001). Le pourcentage (Pg_A) du nombre d'akènes par capitule attribuable à l'efficacité pollinisatrice de *A. mellifera* est calculé à l'aide de la formule suivante : $Pg_A = \{(g_3 - g_4) / g_3\} * 100$, où g_3 et g_4 sont les nombres des akènes par capitule dans les traitements 3 et 4 respectivement. Le pourcentage (Pgn_A) d'akènes normaux attribuable à l'efficacité pollinisatrice de cet apoïde est calculé à l'aide de la formule ci - après : $Pgn_A = \{(Pgn_3 - Pgn_4) / Pgn_3\} * 100$, où Pgn_3 et Pgn_4 sont les pourcentages d'akènes normaux issus des traitements 3 et 4 respectivement (Tchuenguem, 2005).

2.2.8. Traitement des données

Le traitement des données a été faite à l'aide de : la statistique descriptive (calcul des moyennes, des écart-types et des pourcentages) ; les quatre tests : (a) Test - *t* de Student pour la comparaison des moyennes de deux échantillons ; (b) Chi - carré (χ^2) pour la comparaison des

pourcentages ; (c) ANOVA (*F*) pour la différence des moyennes de plus de deux échantillons. Nous avons en outre utilisé les logiciels Excel 2013 et R 2.13.0.

3. Résultats

3.1. Mode de reproduction de *Helianthus annuus*

Chez *H. annuus*, 120 capitules ont été étudiés dans les traitements 1 et 2 en 2015 et 2016 respectivement. L'indice de fructification a été de 0,96, 0,06, 0,96 et 0,08 dans les traitements 1 et 2 respectivement en 2015 et 2016. Ainsi pour l'année 2015, *TC* (Taux d'allogamie) = 93,75 % et *TA* (Taux d'autogamie) = 6,25 % ; pour l'année 2016, *TC* = 91,66 % et *TA* = 8,34 %. Pour ces deux années cumulées, *TC* = 92,80 % et *TA* = 7,29 %. En conséquence *H. annuus* a un régime de reproduction mixte allogame - autogame avec prédominance de l'allogamie.

3.2. Diversité des insectes floricoles et place de *Apis mellifera* dans l'entomofaune floricole de *Helianthus annuus*

Le tableau 1 présente la liste de ces arthropodes avec leurs pourcentages de visites. Il ressort de ce tableau que : En 2015 et en 2016 respectivement, 2954 et 2434 visites de 16 et 17 espèces d'insectes ont été enregistrées sur 55789 et 58272 fleurons de *H. annuus* ; représentées par trois ordres : Hyménoptères, Lépidoptères et Hémiptères. *Apis mellifera* était l'insecte le plus fréquent avec 36,76 % et 34,10 % du nombre total de visites respectivement en 2015 et en 2016. Pour les deux années cumulées, *A. mellifera* occupe le premier rang avec 35,56 % de 5388 visites. Chacune des autres espèces d'insectes avait un taux de visites inférieur à 12 %.

Tableau 1 : Insectes recensés sur les capitules de *Helianthus annuus* en 2015 et 2016 à Doyaba, nombre et pourcentage de visites des différents insectes

Insectes			2015		2016		2015/2016	
Ordre	Famille	Genre, Espèce, Sous-espèce	n_1	p_1 (%)	n_2	p_2 (%)	n_T	p_T (%)
	Apidae	<i>Apis mellifera</i> (ne, po)	1086	36,76	830	34,10	1916	35,56
		<i>Amegilla acraensis</i> (ne)	38	1,29	76	3,12	114	2,12
		<i>Amegilla</i> sp. 1 (ne)	145	4,91	85	3,49	230	4,27
		<i>Amegilla</i> sp. 3 (ne)	55	1,86	25	1,03	80	1,48
		<i>Chalicodoma cincta</i> (ne, po)	363	12,29	238	9,78	601	11,15
		<i>Xylocopa inconstans</i> (ne, po)	218	7,38	95	3,90	151	2,80
		<i>Xylocopa lugubris</i> (ne)	137	4,64	91	3,74	536	9,95
		<i>Euaspis abdominalis</i> (ne, po)	58	1,96	124	5,09	313	5,81
	Halictidae	<i>Lipotriches collaris</i> (ne, po)	69	2,34	96	3,94	228	4,23

	Megachilidae	<i>Chalicodoma rufipes</i> (ne)	73	2,47	78	3,20	182	3,38
		<i>Xylocopa olivacea</i>	339	11,48	197	8,09	165	3,06
		<i>Coelioxys</i> sp. (ne)	81	2,74	83	3,41	164	3,04
		<i>Megachile</i> sp. 2 (ne)	119	4,03	118	4,85	237	4,40
		<i>Megachile</i> sp. 3 (po)	39	1,32	75	3,08	114	2,12
	Vespidae	<i>Belonogaster juncea</i> (ne)	76	2,57	95	3,90	171	3,17
Lepidoptera	Pieridae	<i>Eurema</i> sp. (ne)	58	1,96	61	2,51	119	2,21
Hemiptera	Pentatomidae	(1 sp.) (ne)	-	-	67	2,75	67	1,24
	Total	Visites	2954	100	2434	100	5388	100
		Espèces	(16 espèces)		(17 espèces)		(17 espèces)	

n_1 : nombre de visites sur 60 capitules pendant 25 jours en 2015 ; n_2 : nombre de visites sur 60 capitules pendant 25 jours en 2016 ; n_T : nombre total de visites sur 120 capitules en 50 jours ; **sp.** : espèces non déterminées ; P_1 , P_2 , p_T : pourcentages de visites : $P_1 = (n_1/2954) * 100$; $P_2 = (n_2/2434) * 100$; $p_T = (n_T/5388) * 100$; Comparaison des pourcentages de visites de *Apis mellifera* (2015 / 2016) : ($\chi^2 = 4,13$; $ddl = 1$; $P < 0,05$) ; **ne** : nectar ; **po** : pollen

3.3. Activité de butinage de *Apis mellifera* sur les fleurons de *Helianthus annuus*

➤ Produits floraux prélevés

Au niveau des fleurons de *H. annuus*, pour chacun année d'étude, *A. mellifera* récoltait le nectar, le pollen et la nectar/pollen (Tableau 2, Figure 3 et 4). Il ressort de ce tableau que sur 1448 et 1766 visites de *A. mellifera* ont été enregistrées respectivement en 2015 et en 2016. 972 (67,12 %) et 1139 (64,49 %) ont été consacrées à la récolte

exclusive du nectar, 117 (8,08 %) et 113 (7,36 %) à la récolte du pollen, 358 (24,72 %) et 496 (28,08 %) à la récolte du nectar et du pollen. Pour les deux années 2111 (65,58 %) étaient consacrées à la récolte exclusive du nectar, 247 (7,68 %) à la récolte du pollen et 854 (26,57 %) la récolte du nectar et du pollen. La différence entre les pourcentages de la récolte du nectar et du pollen est très hautement significative ($\chi^2 = 162,71$; $ddl = 1$; $P < 0,001$).

Tableau 2 : Produits récoltés par *Apis mellifera* sur les fleurons épanouis de *Helianthus annuus* en 2015 et 2016 à Doyaba

Années	Nombre total de Visites étudiées	Visites de récolte de nectar		Visites de récolte de pollen		Visites de récolte de nectar et pollen	
		<i>n</i>	<i>P</i> (%)	<i>n</i>	<i>P</i> (%)	<i>n</i>	<i>P</i> (%)
2015	1448	972	67,12	117	8,08	358	24,72
2016	1766	1139	64,49	130	7,36	496	28,08
Total	3214	2111	65,58	247	7,68	854	26,57

Comparaison des pourcentages de visites de récolte du nectar et de récolte de pollen pour les deux années d'étude : $\chi^2 = 162,72$; $ddl = 1$; $P < 0,001$.

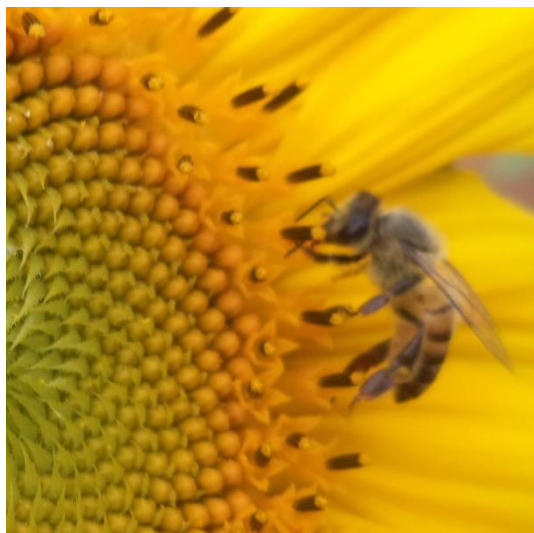


Figure 3. Ouvrière de *Apis mellifera* récoltant le nectar sur un fleuron de *Helianthus annuus*



Figure 4. Ouvrière de *Apis mellifera* récoltant le pollen sur un fleuron de *Helianthus annuus*

➤ *Abondance des butineuses*

Le plus grand nombre de *A. mellifera* simultanément en activité sur un fleuron était de 1 ($n = 30$) et 1 ($n = 30$) respectivement en 2015 et 2016. L'abondance moyenne par 1000 fleurons était de 460,05 ($n = 499$; $s = 155,38$) en 2015 et de 459,99 ($n = 466$; $s = 141,82$) en 2016. La différence entre ces deux moyennes n'est pas significative ($t = 0,10$; $ddl = 963$; $P > 0,05$).

➤ *Durée des visites par fleur*

Le tableau 3 présente les données concernant la durée des visites de *A. mellifera* par fleuron de *H. annuus*. Il ressort de ce tableau que la

durée moyenne d'une visite de *A. mellifera* par fleuron de *H. annuus* variait avec le produit floral prélevé. En 2015 elle était de 2,58 sec ($n = 1448$; $s = 0,90$) pour le prélèvement du nectar et de 1,40 sec ($n = 1422$; $s = 0,64$) pour la récolte du pollen. En 2016, les valeurs correspondantes étaient de 2,65 sec ($n = 1766$; $s = 1,04$) pour le nectar et de 1,52 sec ($n = 1691$; $s = 1,52$) pour le pollen. La différence entre la durée moyenne d'une visite de fleuron pour le prélèvement du nectar et celle consacrée à la récolte du pollen est très hautement significative en 2015 ($t = 1082,13$; $ddl = 2868$; $P < 0,001$) comme en 2016 ($t = 1072,65$; $ddl = 3455$; $P < 0,001$).

Tableau 3 : Durée des visites de *Apis mellifera* par fleur de *Helianthus annuus* à Doyaba en 2015 et 2016

Années	Aliment récolté	Durée d'une visite par fleur (sec)				
		<i>n</i>	<i>m</i>	<i>s</i>	<i>Mini</i>	<i>Maxi</i>
2015	Nectar	1448	2,58	0,90	1	6
	Pollen	1422	1,40	0,64	1	4
2016	Nectar	1766	2,65	1,04	1	7
	Pollen	1691	1,52	0,75	1	9

Comparaison des moyennes : Nectar₂₀₁₅ et Pollen₂₀₁₅ : $t = 1082,13$; $ddl = 2868$; $P < 0,001$; Nectar₂₀₁₆ et Pollen₂₀₁₆ : $t = 1072,65$; $ddl = 3455$; $P < 0,001$

3.4. Impact de *Apis mellifera* sur la pollinisation de *Helianthus annuus*

Au moment de la récolte du nectar et / ou du pollen sur un fleuron de *H. annuus* les butineuses de *A. mellifera* se trouvaient toujours en contact avec les anthères (100 %) et le stigmate

(100 %) pour 1168 et 704 visites étudiées respectivement en 2015 et 2016. Elles pouvaient donc augmenter fortement les possibilités de pollinisation des dites plantes.

3.5. Rendements de *Helianthus annuus*

Le tableau 4 résume les données concernant le taux de fructification, le nombre moyen de graines par fruit et le pourcentage des graines normales dans les différents traitements de *H. annuus*.

➤ Impact des insectes floricoles

Le taux de fructification dû à l'influence des insectes floricoles a été de 93,77 % et 91,54 % en 2015 et en 2016 respectivement, pour les deux années d'expérimentations cumulées ce nombre est de 92,65 %. Le pourcentage d'akènes par capitule attribuable à l'influence des insectes floricoles a été de 47,86 % en 2015 et 43,50 % en 2016, pour ces deux années cette valeur est de 45,68 %. Le pourcentage de graines normales attribuable à

l'influence des insectes floricoles a été de 94,97 % et 91,62 % respectivement en 2015 et en 2016, pour les deux années il est de 93,29 %.

➤ Efficacité pollinisatrice de *Apis mellifera*

Le taux de fructification dû à l'efficacité pollinisatrice de *A. mellifera* a été de 81,14 % en 2015 et 73,67 % en 2016 et pour les deux années il est de 77,40 %. Le pourcentage des akènes par capitule attribuable à *A. mellifera* a été de 25,82 % et 21,04 % en 2015 et en 2016 respectivement, pour les deux années d'expérimentation cette valeur est de 23,43 %. Le pourcentage de graines normales attribuable à l'influence de *A. mellifera* a été de 78,54 % et 60,49 % respectivement en 2015 et en 2016, pour les deux années d'investigation ce nombre est de 69,51 %.

Tableau 4 : Taux de fructification, nombre moyen de graines par capitule et pourcentage des graines normales selon les traitements de *Helianthus annuus* à Doyaba en 2015 et 2016

Années	Traitements	NFE	NAF	F (%)	NAC	PAC	NTA	NAN	PAN
2015	T1 (Cfl)	58905	56810	96,44	55810	98,23	55810	47079	84,35
	T2 (Cfp)	52499	3155	6,00	1616	51,21	2546	108	4,24
	T3 (Cfva)	62740	19976	31,83	13793	69,04	13793	2726	19,76
	T4 (Cfponv)	58968	5477	9,28	3188	58,20	3188	196	6,14
2016	T1 (Cfl)	60087	58049	96,60	56697	97,67	56697	48297	85,18
	T2 (Cfp)	57820	4724	8,17	2607	55,18	2607	186	7,13
	T3 (Cfva)	61886	19214	31,04	13429	69,89	13429	2425	18,05
	T4 (Cfponv)	59004	5336	9,04	3143	58,90	3143	165	5,24

Cfl : capitules aux fleurons libres ; **Cfp** : capitules aux fleurons protégés ; **Cfva** : capitules aux fleurons visités exclusivement par *Apis mellifera* ; **Cfponv** : capitules aux fleurons protégés, ouverts et non visités ; **NFE** : nombre des fleurons étudiés ; **NAF** : nombre d'akènes formés ; **NAC** : nombre d'akènes par capitule ; **NAN** : nombre d'akènes normaux ; **PAC** : pourcentage des akènes par capitule ; **NTA** : nombre total d'akènes ; **PAN** : pourcentage d'akènes normaux ; **TF** : taux de fructification.

Comparaisons :

Taux de Fructification : TF_(2015/2016) : $\chi^2 = 265154,07$; $ddl = 7$; $P < 0,001$; T₁₍₂₀₁₅₎ et T₂₍₂₀₁₅₎ : $\chi^2 = 91342,96$; $ddl = 1$; $P < 0,001$; T₂₍₂₀₁₅₎ et T₃₍₂₀₁₅₎ : $\chi^2 = 68510,44$; $ddl = 1$; $P < 0,001$; T₃₍₂₀₁₅₎ et T₄₍₂₀₁₅₎ : $\chi^2 = 52806,47$; $ddl = 1$; $P < 0,001$; T₅₍₂₀₁₆₎ et T₆₍₂₀₁₆₎ : $\chi^2 = 92572,99$; $ddl = 1$; $P < 0,01$; T₆₍₂₀₁₆₎ et T₇₍₂₀₁₆₎ : $\chi^2 = 60185,73$; $ddl = 1$; $P < 0,001$; T₇₍₂₀₁₆₎ et T₈₍₂₀₁₆₎ : $\chi^2 = 53337,98$; $ddl = 1$; $P < 0,001$.

Pourcentage de Akènes par Capitules : PAC_(2015/2016) : $\chi^2 = 38390,31$; $ddl = 7$; $P < 0,001$; T₁₍₂₀₁₅₎ et T₂₍₂₀₁₅₎ : $\chi^2 = 16296,94$; $ddl = 1$; $P < 0,001$; T₂₍₂₀₁₅₎ et T₃₍₂₀₁₅₎ : $\chi^2 = 333223,99$; $ddl = 1$; $P < 0,001$; T₃₍₂₀₁₅₎ et T₄₍₂₀₁₅₎ : $\chi^2 = 10245,34$; $ddl = 1$; $P < 0,001$; T₅₍₂₀₁₆₎ et T₆₍₂₀₁₆₎ : $t = 15102,66$; $ddl = 4094$; $P < 0,001$; T₆₍₂₀₁₆₎ et T₇₍₂₀₁₆₎ : $\chi^2 = 212373,17$; $ddl = 1$; $P < 0,001$; T₇₍₂₀₁₆₎ et T₈₍₂₀₁₆₎ : $\chi^2 = 10427,87$; $ddl = 1$; $P < 0,001$.

Pourcentage de Akènes Normales : PAN_(2015/2016) : $\chi^2 = 63986,40$; $ddl = 7$; $P < 0,001$; T₁₍₂₀₁₅₎ et T₂₍₂₀₁₅₎ : $\chi^2 = 4448,77$; $ddl = 1$; $P < 0,001$; T₂₍₂₀₁₅₎ et T₃₍₂₀₁₅₎ : $\chi^2 = 284609,63$; $ddl = 1$; $P < 0,001$; T₃₍₂₀₁₅₎ et T₄₍₂₀₁₅₎ : $\chi^2 = 8226,40$; $ddl = 1$; $P < 0,001$; T₅₍₂₀₁₆₎ et T₆₍₂₀₁₆₎ : $\chi^2 = 1857,34$; $ddl = 1$; $P < 0,001$; T₆₍₂₀₁₆₎ et T₇₍₂₀₁₆₎ : $\chi^2 = 270253,76$; $ddl = 1$; $P < 0,001$; T₇₍₂₀₁₆₎ et T₈₍₂₀₁₆₎ : $\chi^2 = 8364,31$; $ddl = 1$; $P < 0,001$.

4. Discussion

4.1. Mode de reproduction

Pour les années 2015 et 2016 nous avons trouvé un taux d'allogamie de 92,80 % et un taux d'autogamie de 7,29 %. *Helianthus annuus* a un régime de reproduction mixte allogame - autogame avec prédominance de l'allogamie. Ce résultat est en accord avec celui obtenu par Ahmed *et al.* (1989) au Soudan, Philippe (1991) en Amérique, Roubik (2000) au Pakistan. Ces auteurs ont trouvé une prédominance d'allogamie (≥ 90 %) sur l'autogamie (≤ 10 %).

4.2. Diversité des insectes floricoles, place et Activités de *Apis mellifera* dans l'entomofaune floricole

A Doyaba, 17 et 16 espèces d'insectes ont été recensées sur les fleurs de *H. annuus*. Les individus de *Apis mellifera*, avec 35,56 % sont les insectes les plus fréquents sur les fleurs de *H. annuus*. Ces résultats sont en accord avec les observations faites au Cameroun par Tchuenguem *et al.* (2009b) et au Soudan par Ahmed *et al.* (1989) qui ont montré que l'abeille domestique est l'insecte floricole le plus fréquent des fleurs de *H. annuus*, avec une fréquence de plus de 40 %. *Apis mellifera* est connue comme faisant partie des insectes floricoles les plus fréquents sur les fleurs de plusieurs autres espèces végétales dont : *Cucumeropsis mannii* (Azo'o *et al.*, 2012a ; Ndola *et al.*, 2017), *Glycine max* (Milfont *et al.*, 2013 ; Tchuenguem & Dounia, 2014 ; Kengni *et al.*, 2015b), *Gossypium hirsutum* (Dounia & Tchuenguem, 2013 ; Mazi *et al.*, 2013), *Phaseolus vulgaris* var. Petite Graine Rouge (Douka & Tchuenguem, 2013), *Physalis minima* (Djakbé *et al.*, 2017) et *Zea mays* (Tchuenguem & Messi, 1998a ; Dounia *et al.*, 2018). *Apis mellifera* récolte plus le nectar (66,02 %) que le pollen (7,77 %) lors de leurs visites de butinage. Cet insecte met plus de temps pour la récolte du nectar (2,59 sec.) pour une abondance de plus de 460 ouvrières pour 1000 fleurs. Cette bonne activité enregistrée au niveau de fleurs pourrait être traduite par une bonne disponibilité et la qualité des produits floraux. En effet, selon Philippe (1991), Roubik *et al.* (2005) et Abrol (2012), *A. mellifera* est constante sur un fleuron lorsque sa disponibilité en nectar et sa concentration en sucres totaux du nectar sont élevées. Cette forte abondance pourrait expliquer une fidélité de *A. mellifera* lors des voyages de butinage c'est la « constance florale » (Louveaux, 1984 ; Basualdo *et al.*, 2000). Ladite constance florale s'explique par le fait que la butineuse est en générale capable de mémoriser et de reconnaître la forme, la couleur et l'odeur de fleurs visitées lors des voyages de butinage antérieurs (Hill *et al.*, 1997

; Wright *et al.*, 2002). En effet d'après Philippe (1991), chaque matin après le lever du soleil, un groupe d'ouvrières part butiner les fleurs sur les mêmes plantes que celles de la veille. Il est également connu que chez l'abeille domestique, certaines ouvrières peuvent butiner sur une seule espèce végétale pendant toute leur vie (Free, 1970 ; Philippe, 1991). La fidélité de l'abeille mellifère aux fleurs de *H. annuus* pourrait aussi s'expliquer en partie par le fait que leur nectar soit riche en sucres (concentration moyenne en sucres totaux supérieure à 15 %). Au Cameroun, la fidélité de *A. mellifera* a été également signalé sur les fleurs de nombreuses plantes dont les suivantes : *Dichrostachys cinerea*, *Vittellaria paradoxa*, *Bombax pentandrum*, *Commiphora kerstingii*, *Myragina ciliata*, *Parkia biglobosa*, *Terminalia macroptera* et *Voacanga africana* (Tchuenguem *et al.*, 2010c) ; *Syzygium guineense* var. *guineense* (Djonwangwé *et al.*, 2011a) ; *Ximenia americana* (Djonwangwé *et al.*, 2011b) ; *Phaseolus vulgaris* var. Petite Graine Rouge (Douka & Tchuenguem, 2013) ; *Gossypium hirsutum* (Mazi *et al.*, 2013 ; Dounia & Tchuenguem, 2013) ; *Allium cepa* (Tchindébé & Tchuenguem, 2014) ; *Physalis minima* (Otiobo *et al.*, 2015).

4.3. Rendements

Au cours des visites des fleurs, les insectes grattent ceux-ci et favorisent l'ouverture des anthères, provoquant ainsi le détachement du pollen. Cet hyménoptère joue un rôle positif et sur la pollinisation comme l'avait signalé Dounia *et al.* (2018). Ceci se comprend aisément puisque l'allogamie domine sur l'autogamie chez cette Astéacée. De plus, l'activité de cet insecte est plus intense durant toute la période de floraison. Cela favorise une pollinisation efficace pouvant conduire à une fécondation optimale gage d'un bon rendement en grains.

5. CONCLUSION

A Doyaba au Tchad, *H. annuus* a bénéficié de la pollinisation entomophile. Parmi les insectes qui visitent cette plante, *A. mellifera* récolte fortement le nectar et faiblement le pollen. La comparaison des rendements des capitules protégés et visités exclusivement par *A. mellifera* à ceux des capitules isolés a montré une augmentation significative du taux de fructification, du nombre d'akènes par capitule et du pourcentage de graines normales en 2015 tout comme en 2016. L'efficacité pollinisatrice de *A. mellifera* sur les rendements a été prouvée. Le traitement aux pesticides chimiques est à éviter pendant la période de floraison des plantes. S'il s'avère nécessaire il serait préjudiciable de pratiquer une lutte intégrée.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aby Sy M.T., Dieye C.T., Diouf A., Fall C.P., Mbengue M.F. & Seck E., 2011. Rapport annuel 2010, OMD +10. Quel bilan ? Enda tiers monde/Secrétariat Exécutif [2011]. Dadar, Sénégal, 80 p.
- Abrol D. P., 2012. *Pollination biology. Biodiversity conservation and agricultural production*. Springer Dordrecht Heidelberg, London, 792 p.
- Afik O., Dag A., Yeselson Y., Schaffer A. & Shafir S., 2010. Selection and breeding of honey bees for higher or lower collection of avocado nectar. *Journal of Economic Entomology*, 103 (2) : 228 - 233.
- Ahmed H. M. H., Siddig M. A. & El - Sarrag M. S. A., 1989. Honeybee pollination of some cultivated crops in Sudan. In : "Proceedings of the fourth international Conference on Apiculture in Tropical Climates", Cairo, Egypt, pp. 100 - 108.
- Azo'o E. M. & Messi J., 2012a. Yield responses of *Cucumeropsis mannii* (Cucurbitaceae) to the presence or the absence of the insect foraging activity at Nkolbisson in Cameroon. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 13 (3) : 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 (2) : 304 - 307.
- Borror D. J. & White R. E., 1991. *Les insectes de l'Amérique du Nord* (au nord du Mexique). Broquet, Laprairie, 408 p.
- Boucly M., 2007 - Le Tournesol : une spécialité européenne. *Conférence de presse*, 17 p.
- Demarly Y., 1977. *Génétique et amélioration des plantes*. Masson, Paris, 577 p.
- Djakbé D. J., Ngakou A., Christian W., Faïbawa E. & Tchuenguem F. F. - N., 2017. Pollination and yield components of *Physalis minima* (Solanaceae) as affected by the foraging activity of *Apis mellifera* (Hymenoptera : Apidae) and compost at Dang (Ngaoundéré, Cameroon). *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 11 (3) : 43 - 60.
- Djonwangwe D., Tchuenguem Fohouo F. - N., Messi J. & Brückner D., 2011a. Foraging and pollination activities of *Apis mellifera adansonii* Latreille (Apidae) on *Syzygium guineense* var. *guineense* (Myrtaceae) flowers at Ngaoundéré (Cameroon). *Journal of Animal and Plant Sciences*, 10 (3) : 1325 - 1333.
- Djonwangwe D., Tchuenguem Fohouo F. - N. & Messi J., 2011b. Foraging and pollination activities of *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera: Apidae) on *Ximenia americana* (Olacaceae) flowers at Ngaoundéré (Cameroon). *International Research Journal of Plant Science*, 2 (6) : 170-178.
- Djonwangwe D., Tchuenguem Fohouo F.-N. Messi J. & Brückner D., 2011c. Impact de l'activité de butinage de *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera : Apidae) sur la pollinisation et la chute des jeunes fruits du karité *Vitellaria paradoxa* (Sapotaceae) à Ngaoundéré (Cameroon). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5 (4) : 1538 - 1551.
- Douka C. & Tchuenguem F. F. - N., 2013. Foraging and pollination behavior of *Apis mellifera adansonii* L. (Hymenoptera, Apidae) on *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae) flowers at Maroua (Cameroon). *International Journal of Plant Sciences*, 4 (2) : 45 - 54.
- Dounia & Tchuenguem F. F. - N., 2013. Foraging and pollination activity of *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera : Apidae) on flowers of *Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae) at Maroua, Cameroon. *International Research Journal of Plant Science*, 4 (2) : 33 - 44.
- Dounia, Amada B., Douka C., Elono A. S. P., Ningatoloum C., Belinga B. R., Gagni A. F., Fomekong F., Tamesse J. L. & Tchuenguem F. F.- N., 2018. Foraging Activity of *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) on Corn Panicles at Yaoundé, Cameroon. *Canadian Journal of Agriculture and Crops*, 3(2) : 64- 71.
- Eardley C., Roth D., Clarke J., Buchmann S. & Gemmill B., 2006. *Pollinators and pollination : a resource book for policy and practice*. Published by the African Pollinator Initiative. 77 p.
- Free J. B., 1970. The effect of flower shapes and nectar guides on the behaviour of foraging honeybees. *Behaviour*, 37 : 269 - 285.
- INSEED, 2012 : Deuxième Recensement Général de la Population et de l'Habitat 2009. N'Djamena, 44 p.
- INSEED, 2017. Annuaire national de croissance économique 143^e édition. 145 p.
- Jousselin & Kjellberg, 2001. The functional implications of active and passive pollination in dioecious figs. *Ecology Letters*, 4 (2) : 151 - 158.
- Kengni B. S., Ngakou A. & Tchuenguem F. F. - N., 2015b. Impact of the foraging activity of *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera : Apidae) and *Bradyrhizobium* fertilizer on pollination and yield components of *Glycine max* L. (Fabaceae) in the field. *International Journal of Biological Research*, 3 (2) : 64 - 71.
- Klein A.M., Vaissière, B.E., Cane J.H., Steffan-Dewenter I., Cunningham S.A., Kremen C. & Tscharntke T., 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society, London* (B) 274: 303 - 313.
- Kumar R., 1991. La lutte contre les insectes ravageurs. (Ed) KARTHALA et CTA, Wageningen (Pays-Bas), Paris (France) 309 p.

- Limagrain, 2013 - Limagrain et le tournesol. In : *Les cahiers d'information de Limagrain*, 9 p.
- Louveaux J., 1984. *Domestic bee and their relation with grown plants*. «Pollination and plant production». Pesson P, Louveaux J, INRA, Paris, France, pp. 527 - 555.
- Mazi S., Tchuenguem F. F. - N. & Brückner D., 2013. Foraging and pollination behaviour of *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera : Apidae) on *Gossypium hirsutum* (Malvaceae) flowers at Dang (Ngaoundéré, Cameroon). *Journal of Agricultural Science and Technology*, 3 : 267 - 280.
- Milfont M. O., Epifania E. M., Rocha, Afonso O. N., Lima & Freitas B. M., 2013. Higher soybean production using honeybee and wild pollinators, a sustainable alternative to pesticides and autopolination. *Environmental Chemistry Letters*, 11 (4) : 335 - 341.
- Montreuil Sous - Bois, 2013. Conseil spécialisé de France Agri Mer pour la filière oléo - protéagineux, fourrages séchés et plantes textiles, 2 p.
- Ndola B. P., Brostaux Y., Le Goff G., Susini M. - L., Haubruge E., Francis F. & Nguyen B. K., 2017. Effects of *Apis mellifera adansonii* L. 1758 (Apidae : Hymenoptera) pollination on yields of *Cucumeropsis mannii* (Naudin) in Kisangani, Democratic Republic of Congo. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11 (2) : 640 - 650.
- Otiobo E. N., Tchuenguem F. F. - N. & Djiéto C. - L., 2015. Foraging and pollination behavior of *Apis mellifera adansonii* (Hymenoptera : Apidae) on *Physalis minima* (Solanales : Solanaceae) flowers at Bambui (Nord - West, Cameroon). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 3 (6) : 250 - 256.
- Philippe J. M., 1991. La pollinisation par les abeilles : pose des colonies dans la culture en floraison en vue d'accroître les rendements des productions végétales. EDISUD, la Calade, Aix-en-Provence, 179 p.
- Prost P., 1987. *Apiculture : connaître l'abeille-conduire le rucher*. 6^{ème} édition. Lavoisier (ed.), Paris, 579 p.
- Roubik D. W., Shoko S. & Hamid K. A. A., 2005. *Pollination ecology and the rain forest*. Springer, New - York, 307 p.
- Tchindébé G. & Tchuenguem F. F. - N., 2014. Foraging and pollination activity of *Apis mellifera adansonii* L. (Hymenoptera : Apidae) on flowers of *Alium cepa* L. (Liliaceae) at Maroua, Cameroon. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 5 (2) : 139 - 153.
- Tchuenguem F. F.-N., 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), *Syzygium guineense* var. *macrocarpum* (Myrtaceae) et *Voacanga africana* (Apocynaceae). Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Yaoundé I, 103 p.
- Tchuenguem Fohouo F.-N., Mapongmetsem P.M., Hentchoya Hemo J. & Messi J., 1997a. Activité d'*Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) sur les fleurs de quelques plantes ligneuses à Dang (Adamaoua, Cameroun). *Cameroon Journal of Biology and Biochemistry Sciences*, 7 (1) : 86 - 91.
- Tchuenguem F. F. - N. & Messi J., 1998a. Diversité des insectes floricoles de *Zea mays* L. (Poaceae) à Nkolbisson (Yaoundé-Cameroun). *Biosciences Proceedings*, 7 (1) : 173 -177.
- Tchuenguem Fohouo F.-N, Messi J. & 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., Messi J., Brückner D., Bouba B., Mbofung G. & Hentchoya H. J., 2004. Foraging and pollination behaviour of the African honey bee (*Apis mellifera adansonii*) on *Callistemon rigidus* flowers at Ngaoundéré (Cameroon). *Journal of the Cameroon Academy of Sciences*, 4 : 133 - 140.
- Tchuenguem Fohouo F.-N., Djonwangwe D., Messi J. & Brückner D., 2009b. Activité de butinage et de pollinisation d'*Apis mellifera adansonii* sur les fleurs de *Helianthus annuus* (Asteraceae) flowers à Ngaoundéré (Cameroun). *Cameroon Journal of Experimental Biology*, 5 : 1 - 9.
- Tchuenguem F. F.- N., Djonwangwe D., Messi J. & Brückner D., 2010c. Exploitation des fleurs de *Bombax pentandrum*, *Commiphora kerstingii*, *Myrtagina ciliata*, *Parkia biglobosa*, *Terminalia macroptera* et *Voacanga africana* par *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera, Apidae) à Dang (Ngaoundéré, Cameroun). In : Himmi O. (ed.) Acte de la CIFE, travaux de l'Institut Scientifique, *Série Zoologie, Rabat*, 47 (1) : 117 -122.
- Tchuenguem F. F. - N. & 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.
- Van Engelsdorp D. & Meixner M.D. 2010. A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103 (1) : 80 - 95.
- Vaughton G., Ramsey M. & Johnson S. D., 2010. Pollination and late-acting self-incompatibility in *Cyrtanthus breviflorus* (Amaryllidaceae): implications for seed production. *Annals of Botany*, 106 : 547 - 555.
- Winfrey R., Williams N.M., Gaines H., Ascher J.S. & Kremen C., 2008. Wild bee pollinators provide the majority of crop visitation across land-use

Ningatouloum et al : Entomofaune floricole de *Helianthus annuus* (Asteraceae) et impact de *Apis mellifera* (Hymenoptera : Apidae) sur les rendements à Doyaba (Tchad)

gradients in New Jersey and Pennsylvania, USA.
Journal of Applied Ecology, 45: 793 – 802.