

Optimisation du rendement en champ du concombre (*Cucumis sativum* L. 1753) par une visite florale de *Apis mellifera* L. 1758 (Hymenoptera, Apidae) à la Ferme de Multiplication du Matériel Végétal du MINADER à Ngaoundéré (Cameroun)

MOHAMADOU Moussa¹, ADAMOU Moïse², ABDOUL-AZIZ Oumarou³, TAÏMANGA⁴, MASSAH DABOLE Odette³, NUKENINE ELIAS³.

¹Département de Parasitologie et Pathologies Parasitaires, Ecole des Sciences et de Médecine Vétérinaires, Université de Ngaoundéré, BP 454, Cameroun.

²Faculté de Médecine et des Sciences Biomédicales de Garoua, Université de Garoua, BP 317 Garoua, Cameroun.

³Laboratoire de Zoologie Appliquée, Département des Sciences Biologiques. Faculté des Sciences, Université de Ngaoundéré, BP 454, Ngaoundéré, Cameroun.

⁴Laboratoire Institut des pêches et des Sciences aquatiques, Département d'Agronomie, Université de Douala, BP 2701, Douala, Cameroun.

Auteur correspondant : E-mail : mohamadoumoussa678@gmail.com ; Tél ; (+237) 697 601 282

Mots clés : *Cucumis sativus*, *Apis mellifera*, fleur, nectar, pollinisation, Ferme de Multiplication du Matériel Végétal, Ngaoundéré.

Key words : *Cucumis sativus*, *Apis mellifera*, flower, nectar, pollination, Plant Material Multiplication Farm, Ngaoundere.

Submitted 20/05/2025, Published online on 31st July 2025 in the [Journal of Animal and Plant Sciences \(J. Anim. Plant Sci.\) ISSN 2071 – 7024](#)

1 RESUME

En vue d'étudier les activités de *Apis mellifera* et de déterminer l'impact de celle-ci sur la production de *Cucumis sativum* (Cucurbitaceae), des observations ont été faites au niveau des fleurs de cette plante de février à juin 2020 (saison pluvieuse) et de novembre 2020 à février 2021 (saison sèche), à la Ferme de Multiplication du Matériel Végétal du MINADER à Ngaoundéré. Pour chacune de ces saisons, 540 fleurs au stade bouton ont été étiquetées et réparties en quatre traitements dont les fleurs n'ayant pas reçu de visites, celles ayant reçu plusieurs visites des insectes et celles protégées puis ouvertes pour une visite unique de *A. mellifera* ou protégées puis ouvertes sans visites d'insectes ou de tout autre organisme avant d'être à nouveau protégées des insectes. La comparaison des paramètres agronomiques des différents traitements a permis de déterminer l'efficacité pollinisatrice de cet Apoïde. Les résultats montrent que les ouvrières de *A. mellifera* prélevaient intensément et exclusivement le nectar au niveau des fleurs de cette Cucurbitaceae de 6 h à 15 h avec une forte activité située entre 8 h et 9 h en saison pluvieuse qu'en saison sèche. L'abondance moyenne par 1000 fleurs était de 161 individus et la vitesse moyenne de butinage était de 8,53 fleurs/min. via son efficacité pollinisatrice, cette abeille a augmenté significativement le taux de fructification de 86,81 % et le pourcentage de graines normales de 97,26 %. Par conséquent, l'installation des colonies de *A. mellifera* à proximité des plantations de *Cucumis sativum* est conseillée pour améliorer les rendements fruitiers et grainiers de cette plante.

ABSTRACT

In order to study the activities of *Apis mellifera* and to determine its impact on the production of *Cucumis sativum* (Cucurbitaceae), observations were made on the flowers of this plant from February to June 2020 (rainy season) and from November 2020 to February 2021 (dry season), at the MINADER Plant Material Multiplication Farm in Ngaoundere. For each of these seasons, 540 flowers at bud stage were labelled and divided into four treatments, including flowers that had not been visited, those that had been visited several times by insects and those that were protected and then opened for a single visit by *A. mellifera* or protected and then opened without any visits from insects or any other organism before being protected again from insects. By comparing the agronomic parameters of the different treatments, we were able to determine the pollination efficiency of this Apoid. The results showed that the workers of *A. mellifera* collected nectar intensively and exclusively from the flowers of this Cucurbitaceae from 6 am to 3 pm, with greater activity between 8 and 9 am in the rainy season than in the dry season. The average abundance per 1000 flowers was 161 individuals and the average foraging speed was 8.53 flowers/min. Through its pollination efficiency, this bee significantly increased the fruiting rate by 86.81% and the percentage of normal seeds by 97.26%. As a result, the installation of *A. mellifera* colonies near *Cucumis sativum* plantations is recommended to improve the fruit and seed yields of this plant.

2 INTRODUCTION

L'insécurité alimentaire touche plus de 820 millions de personnes à travers le monde (FAO, 2019) et la majorité de celles-ci se trouve dans les pays de l'Afrique subsaharienne (PAM, 2007 ; PNUD, 2012). Au Cameroun, 2,4 millions de personnes souffrent de sous-alimentation (FAO, 2019) ; (MINADER, 2010). Pourtant, l'un des objectifs clés de la recherche agronomique est l'optimisation des rendements par unité de surface cultivée (MINADER, 2010) afin de satisfaire les besoins alimentaires. Pour atteindre durablement un tel objectif, il s'avère nécessaire que les programmes de développement de l'agriculture intègrent le facteur insectes pollinisateurs dans les programmes d'amélioration des rendements des cultures (Winfrey et al., 2008), au lieu d'entreprendre des actions qui les mettent en péril (Aizen et al., 2008). En effet, les arthropodes pollinisateurs ont une importance écologique considérable, puisqu'ils stabilisent la biodiversité végétale en contribuant à la formation de graines et de fruits (Abrol, 2012). Au Cameroun, les agriculteurs connaissent très peu le rôle indispensable des insectes anthophiles dans la pollinisation de nombreuses plantes cultivées (Tchuengue, 2005). Ils ignorent généralement qu'en absence

ou en présence d'un nombre insuffisant de ces arthropodes au cours de la floraison, la productivité peut être réduite ou nulle (Philippe, 1991). Ainsi, plusieurs travaux ont été effectués sur les relations entre plusieurs plantes et leurs insectes floricoles dans l'optique de booster les rendements agricoles et contribuer ainsi à la lutte contre l'insécurité alimentaire (ex. Tchuengue, 1993 ; ; Pando et al., 2013 ; Adamou & Tchuengue, 2014 ; Kengni et al., 2015 ; Dounia & Tchuengue, 2016 ; Djakbé et al., 2017 ; Farda et al., 2018 ; Djonwangwé et al., 2019a ; Diguir et al., 2020 ; Zra et al., 2020 ; Kingha et al., 2020 ; Adamou et al., 2020 ; Kingha et al., 2021). Malgré ces importantes investigations, les interactions entre plusieurs autres plantes cultivées au Cameroun et leurs insectes anthophiles demeurent inconnues. Les fruits et légumes sont une composante importante d'une alimentation saine qui sont consommés quotidiennement en quantité suffisante tout en prévenant des affections majeures, comme les maladies cardiovasculaires et certains cancers (comme le cancer des ovaires, du sein et de la prostate) (FAO, 2012). Globalement, jusqu'à 2,7 millions de vies pourraient être sauvées chaque année en augmentant suffisamment la consommation de

fruits et légumes (FAO, 2012). Parmi ces fruits et légumes les plus consommés dans le monde figure le concombre (Jordan, 2016). *Cucumis sativum* L., 1753 (concombre) est une plante herbacée annuelle et rampante de la famille des Cucurbitaceae (Free, 1993). La plupart des cultivars sont monoïques avec des fleurs mâles et femelles séparées et portées par un même pied (Free, 1993). Des variétés hybrides gynoiques produisant en majorité des fleurs femelles sont aussi développées (Delaplane & Mayer, 2000). Il existe aussi des variétés parthénocarpiques qui produisent des fruits sans pépins (Delaplane & Mayer, 2000). Les concombres sont produits pour leurs fruits qui sont consommés (Hanh *et al.*, 2014). A l'échelle mondiale, la Chine est le premier pays producteur de concombres (Jordan, 2016). De même, Sa productivité est très développée dans les pays du Moyen-Orient (Iran, Turquie), d'Europe centrale (Russie, Ukraine) ainsi qu'en Amérique (Etats-Unis, Mexique) (Jordan, 2016). En Afrique centrale,

plus particulièrement au Cameroun, la production moyenne annuelle est estimée à 282773 tonnes pour une demande de 299972 tonnes (AGRISTAT, 2017). Toutefois, selon Roubik (2000), la diversité et la richesse de l'entomofaune pollinisatrice d'une espèce végétale peuvent varier avec l'espace et le temps. C'est pourquoi, il est important de mener des essais dans la Région de l'Adamaoua sur *C. sativus* car à notre connaissance, il n'existe aucune donnée publiée sur les relations entre cette plante et ses insectes floricoles dans cette région du Cameroun. Cette recherche a donc pour objectif général la contribution à la maîtrise des relations entre *C. sativus* et *A. mellifera*, pour leur gestion optimale au Cameroun d'une part et dans l'Adamaoua d'autre part. Plus spécifiquement, il s'agissait d'étudier l'activité de *A. mellifera* au niveau des fleurs de cette Cucurbitaceae et d'évaluer l'efficacité pollinisatrice d'une visite florale de cette abeille dans la production de *C. sativum*.

3 MATERIEL ET METHODES

3.1 Site d'étude : Les travaux de terrain ont été réalisés de février à juin 2020 (saison pluvieuse) et de novembre 2020 à février 2021 (saison sèche) à la Ferme de Multiplication du Matériel Végétal du MINADER à Ngaoundéré, Arrondissement de Ngaoundéré 2^{ème}, Département de la Vina, Région de l'Adamaoua au Cameroun. Cette station d'étude était une aire de 437 m² centrée sur un point de latitude

7°19'34,68756 N, de longitude 13°35'45,8574 E et d'altitude 1112 m au-dessus du niveau de la mer (Figure 1). Ces coordonnées ont été enregistrées à l'aide d'un « Global Positioning System » de marque Garmin II+. Ladite région appartient au climat soudano-guinéen caractérisé par deux saisons dont une saison sèche (novembre à mai) et une saison des pluies (juin à octobre) (Amougou *et al.*, 2015).

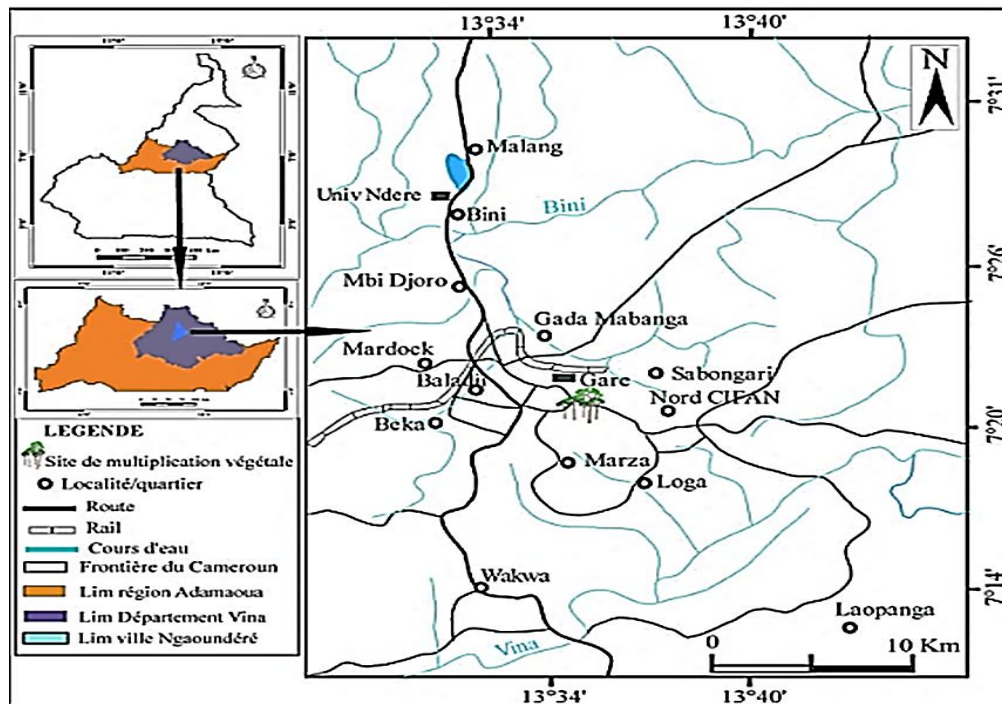


Figure 1 : Carte de localisation de la station d'étude. (Source : carte topographique de Ngaoundéré, logiciel : Argis 9. 3).

3.2 Matériels biologiques : Le matériel végétal était constitué des graines de *Cucumis sativus* variété hybride Nagano F1 provenant de la SEMAGRI Ngaoundéré. A l'exception des abeilles *Apis mellifera*, le matériel animal était constitué de tous les insectes qui visitaient les fleurs de *C. sativus* naturellement présents dans l'environnement du site expérimental.

3.3 Méthodes

3.3.1 Préparation de la parcelle expérimentale, semis et entretien de la culture: Du 28 mars au 04 avril 2020 (saison pluvieuse) et du 15 au 18 novembre 2020 (saison sèche), une parcelle expérimentale de 437 m² a été délimitée, défrichée, clôturée, labourée et divisée en huit sous-parcelles de 8 m de longueur et 4,5 m de largeur chacune, séparées les unes des autres par des allées de 1 m (Farda & Tchuenguem, 2018). La parcelle était bordée d'une allée d'un mètre de largeur (Figure 13). Les graines de *C. sativus* ont été semées sur six lignes par sous-parcelle à raison de trois graines par poquet. L'espacement était de 50 cm sur les lignes et 75 cm entre les lignes (Farda &

Tchuenguem, 2018). De la germination survenue le 08 avril 2020 (saison pluvieuse) et 24 novembre 2020 (saison sèche) à l'épanouissement de la première fleur le 05 mai 2020 (saison pluvieuse) et 26 décembre (saison sèche), le champ a été régulièrement sarclé à la houe, toutes les deux semaines. De la période de floraison à la maturation des fruits, le désherbage a été fait à la main (Azo'o et al., 2010).

3.3.2 Détermination du mode de reproduction de *Cucumis sativus*: Du 08 mai 2020 (saison pluvieuse) au 05 janvier 2021 (saison sèche), 480 fleurs au stade bouton ont été étiquetées à raison de 15 pieds par sous-parcelle respectivement et deux traitements ont été constitués en raison de 240 fleurs étiquetées et non protégées [traitement 1 en saison pluvieuse ou 3 en saison sèche] et 240 fleurs étiquetées et protégées des insectes à l'aide des sachets en toile gaze de mailles 1 mm² [traitement 2 en saison pluvieuse ou 4 en saison sèche]. A la récolte, le nombre de fruits formés dans chaque traitement a été compté et l'indice de fructification (*I_{fr}*) a été calculé à l'aide de la formule ci-après : $I_{fr} = (Fa$

/ Fb) où Fb est le nombre de fruits formés et Fa le nombre de fleurs viables initialement portées (Tchuenguem *et al.*, 2001). Pour chaque saison d'expérimentation, la différence entre les indices de fructification des deux traitements a permis de calculer les taux d'allogamie (TC) et d'autogamie (TA) selon les formules ci-après (Demarly, 1977).

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

3.3.3 Étude des activités de butinage de *Apis mellifera* sur les fleurs de *Cucumis sativus*

3.3.3.1 Détermination de la fréquence de visites de *Apis mellifera* sur les fleurs de *Cucumis sativus* : Pendant chacune des saisons et suivant six tranches horaires journalières (6 - 7 h, 8 - 9 h, 10 - 11 h, 12 - 13 h, 14 - 15 h et 16 - 17 h), les observations ont été effectuées tous les jours, du 10 mai au 10 juin 2020 (saison pluvieuse) et du 07 janvier au 12 février 2021 (saison sèche) sur les fleurs des traitements A et E. Pour chacune de ces tranches horaires et pendant chacune des saisons, nous passions quatre fois (chaque $\frac{1}{4}$ d'heure) sur chacune des fleurs non protégées et épanouies. À chaque passage, l'effectif des visites (N_x) de *A. mellifera* sur les fleurs était compté par tranche horaire et enregistré. La fréquence des visites de *A. mellifera* (F_{xh}) par tranche horaire sur les fleurs de *C. sativum* a été calculée à l'aide de l'Équation mathématique suivante (Tchuenguem, 2001), où N_t représente le nombre total des visites durant la période d'observation sur ces mêmes fleurs.

$$F_{xh} = \frac{N_x}{N_t} * 100$$

Pendant chacune des saisons, le nombre de fleurs épanouies journallement de cette Cucurbitaceae était compté chaque matin, avant le début des investigations et durant toute la période d'observation. Dès lors, les données concernant la fréquence des visites de *A. mellifera* ont été corrélées aux nombres de fleurs épanouies de *C. sativum* pour déterminer le rythme de visites de cette Apoidae.

3.3.3.2 Produits floraux prélevés : Les produits floraux récoltés par les ouvrières de *A. mellifera* ont été systématiquement notés durant les mêmes dates et tranches horaires que pour l'enregistrement de la durée des visites par fleur pour chacune des saisons d'investigation. Si l'abeille enfonçait sa trompe au fond de la corolle d'une fleur, il s'agissait d'une chercheuse de nectar ; si à l'aide de ses mandibules et de ses pattes, l'abeille grattait les anthères de la fleur, celle-ci était une récolteuse de pollen (Jean Prost, 1987).

3.3.3.3 Abondance des butineurs : Le plus grand nombre d'ouvrières de *A. mellifera* simultanément en activité sur une fleur et 1000 fleurs ont été enregistrées aux mêmes périodes que la fréquence des visites, selon six tranches horaires journalières ci-après : 7 - 8 h, 9 - 10 h, 11 - 12 h, 13 - 14 h, 15 - 16 h et 17 - 18 h (Tchuenguem, 2001). À la suite des comptages directs, les abondances par fleur ont été enregistrées. S'agissant de l'abondance par 1000 fleurs (A_{1000}), le nombre de butineuses était compté sur un nombre connu de fleurs épanouies de *C. sativum*. Ainsi, A_{1000} a été déterminée à l'aide de la formule mathématique ci-dessous (Tchuenguem, 2005).

$$A_{1000} = \frac{A_x}{F_x} * 1000$$

F_x = effectif des fleurs épanouies ; A_x = effectif de *A. mellifera* dénombré sur les fleurs ouvertes à l'instant x.

3.3.3.4 Durée des visites par fleur : À l'aide d'un chronomètre et pendant les mêmes tranches horaires journalières que celles au cours desquelles ont été évaluées les abondances, les durées de visites par fleur pour la récolte de pollen et celles pour le prélèvement du nectar ont été enregistrées distinctement. Le chronomètre ramené à zéro était mis en marche dès qu'une ouvrière de *A. mellifera* se posait sur une fleur de *C. sativum* et arrêté dès qu'elle quittait la fleur de *C. sativum* pour une autre espèce végétale ; concomitamment, le nombre de fleurs visitées était dénombré (Tchuenguem, 2005). Au cours de ces observations, le retour d'une butineuse de cette Apidae sur une fleur de

C. sativum déjà visitée, était considéré comme une nouvelle visite ; chaque durée interrompue était notée, ainsi que l'auteur de l'interruption, pour mettre en évidence l'influence de la faune (Tchuenguem, 2005). La vitesse de butinage (V_b) qui correspond au nombre de fleurs visitées par minute a été évaluée grâce à l'expression mathématique suivante (Jacob-Remacle, 1989) :

$$V_b = \frac{F_x}{d_x} * 60$$

d_x = durée donnée par le chronomètre (en secondes) et F_x = effectif de fleurs correspondant à d_x .

3.3.3.5 Influence de quelques facteurs externes: Le nombre de fois que les ouvrières de *A. mellifera* au cours d'un voyage de butinage passait d'une fleur de *C. sativum* à d'autres espèces végétales et vice versa était apprécié par des observations directes (Tchuenguem, 2005). L'échantillon de chaque espèce végétale visitée était récolté et un herbier a été confectionné pour l'identification. À l'aide d'un thermo-hygromètre, la température ambiante et hygrométrie atmosphérique de la station d'étude ont été enregistrées chaque demi-heure, tout au long des journées d'observation (Tchuenguem, 2001).

3.3.4 Évaluation de l'apport de *Apis mellifera* dans la production de *Cucumis sativum* : Du 08 mai 2020 (saison pluvieuse) comme le 05 janvier 2021 (saison sèche), 300 fleurs au stade bouton ont été étiquetées et deux traitements constitués pendant chacune des saisons d'expérimentation.

• Traitement 5 (saison pluvieuse) ou 7 (saison sèche) (Kingha et al., 2021) : 200 fleurs protégées des insectes, destinées à recevoir une seule visite de *A. mellifera*. Dès l'épanouissement de chaque bouton floral, la toile gaze était prudemment enlevée, pendant la période journalière d'activité optimale des butineuses de cette Apidae (entre 8 h et 9 h) et la fleur non protégée était observée

pendant une à dix minutes, pour noter la visite éventuelle de cette abeille ; après cette manipulation, la fleur était de nouveau protégée et n'était plus manipulée ;

• Traitement 6 (saison pluvieuse) ou 8 (saison sèche) (Diguir, 2020) : 100 fleurs protégées des insectes, destinées à la découverte et à la ré-protection, sans visite d'insecte ou de tout autre organisme. Dès l'épanouissement de chaque bouton floral, la toile gaze était délicatement enlevée (entre 8 h et 9 h) et la fleur laissée en libre pollinisation était observée pendant une à dix minutes, en évitant la visite par cette abeille ou tout autre organisme ; après cette manipulation, la fleur était de nouveau protégée et n'était plus manipulée.

Pour chaque saison d'investigation, après la formation des fruits dans les traitements C ou G et D ou H, le taux de fructification attribuable à *A. mellifera* (P_t) était calculé à l'aide de l'équation ci-dessous (Djackbé, 2017) :

$$P_t = \frac{F_C - F_D}{F_C} * 100$$

F_C et F_D sont les taux de fructification dans les traitements C (fleurs protégées, puis découvertes et ayant reçues une seule visite de *A. mellifera*) et D (fleurs protégées, découvertes, non visitées et de nouveau protégées) respectivement (Tchuenguem, 2001).

3.4 Analyse des données : Les données obtenues ont été analysées à l'aide de la statistique descriptive (calcul des moyennes, écart-types et pourcentages). Quatre tests ont été utilisés : (a) ANOVA (F) pour la comparaison des moyennes de plus de deux échantillons ; (b) Test-*t* de Student pour la comparaison des moyennes de deux échantillons ; (c) khi-carré (χ^2) pour la comparaison des pourcentages ; (d) Coefficient de corrélation de Pearson (*r*) pour l'étude des relations linéaires entre deux variables. Par conséquent, le logiciel Excel 2016 et R 2.13.0 ont été utilisés.

4 RESULTATS ET DISCUSSION

4.1 Mode de reproduction de *Cucumis sativus*

Les indices de fructification ont été de 72, 0, 78,33 et 0 dans les traitements A, B, E et F respectivement. Ainsi, en saison de pluie $TC = 100\%$ et $TA = 0\%$ alors qu'en saison sèche $TC = 100\%$ et $TA = 0\%$. Pour les deux saisons cumulées, $TC = 100\%$ et $TA = 0\%$. En conséquence, *C. sativus* a un mode de fécondation strictement croisée.

4.2 Fréquences des visites de *Apis mellifera* en fonction des tranches horaires journalières d'observation

En saison des pluies et en saison sèche à la Ferme de Multiplication du Matériel Végétal du MINADER à Ngaoundéré, nous avons enregistré 170 et 151 visites de 05 et 04 espèces d'insectes au niveau des fleurs de *C. sativus* avec *Apis mellifera* représentant l'espèce la plus fréquente avec 63,53 % de visites en saison pluvieuse et 64,24% en saison sèche (Tableau 1). La forte attractivité des fleurs de cette plante vis-à-vis des insectes serait due à la couleur éclatante, l'odeur caractéristique des fleurs de cette cucurbitacées et aux besoins alimentaires des butineuses de *A. mellifera* (Soro et al., 2010). Ce résultat est semblable à ceux rapportés en Algérie par Benachour & Louadi (2011) qui ont montré que la majorité des visiteurs de *C. sativus* sont des Hyménoptères Apoïdes. De même, *Apis mellifera* a également été signalé comme principal insecte floricole de *C. sativus* à Korhogo

en Côte d'Ivoire par Tuo et al. (2019). Durant les deux saisons d'investigation, l'activité de cette abeille sur les fleurs de *C. sativum* commençait à la levée du jour à 6 h avec l'ouverture des fleurs et diminue fortement aux environs de 15 h avec leur fermeture. Elle connaît un pic de visites entre 8 h et 9 h avec 90,20 % en saison pluvieuse et 79,12 % en saison sèche (Figure 2). Les différentes variations journalières du nombre de visites de *A. mellifera* pourrait être dues notamment aux variations journalières de la quantité des ressources disponibles associées au nombre de fleurs épanouies, la température journalière et l'humidité relative. L'anthèse ayant lieu entre 6 h et 7 h, le pic d'activité des ouvrières de *A. mellifera* observées entre 8 h et 9 h est la conséquence d'une température ambiante favorable et d'une forte disponibilité des produits floraux de cette plante. De même, La forte diminution d'activité observée au niveau des fleurs pendant les autres tranches horaires situées entre 12 h et 15 h durant les deux saisons pourrait s'expliquer par la diminution des produits floraux d'une part et d'autre part par la fermeture des fleurs qui rend les produits floraux de cette Cucurbitaceae inaccessibles aux butineuses de *A. mellifera*. Ce résultat ne corrobore pas les travaux de Benachour & Louadi (2011) qui ont montré que le maximum de pollinisateurs des fleurs du concombre sont actifs entre 11 h et 12 h en Algérie.

Tableau 1 : Arthropodes dénombrés au niveau des fleurs de *Cucumis sativus* à La ferme de multiplication du matériel végétal du Minader à Ngaoundéré en 2020 (campagne pluvieuse) et en 2021 (campagne sèche), nombre et taux de visites des différents insectes.

Insectes			Saison pluvieuse		Saison sèche		Total	
Ordre	Famille	Genre et Espèce	n_1	$p_1 (\%)$	n_2	$p_2 (\%)$	n_x	$p_x (\%)$
Hymenoptera	Apidae	<i>Amegilla</i> sp. (ne)	30	17,65	0	0	30	8,25
		<i>Apis mellifera</i> (ne)	108	63,53	97	64,24	205	63,88
		<i>Ceratina</i> sp. (ne)	23	13,53	32	21,19	55	17,36
		<i>Xylocopa</i> sp. (ne)	5	2,94	12	7,94	17	5,44
Lepidoptera	Pieridae	<i>Eurema</i> sp. (ne)	4	2,35	10	6,62	14	4,48
Total		09 espèces	170	100	151	100	321	100

n_1 : nombre de visites sur 120 fleurs en sept jours ; n_2 : nombre de visites sur 120 fleurs en cinq jours ; p : pourcentages de visites ; $p_1 = (n_1 / 170) * 100$; $p_2 = (n_2 / 151) * 100$; $p_T = (n_T / 321) * 100$; sp. : Espèce indéterminée ; ne : récolte de nectar.

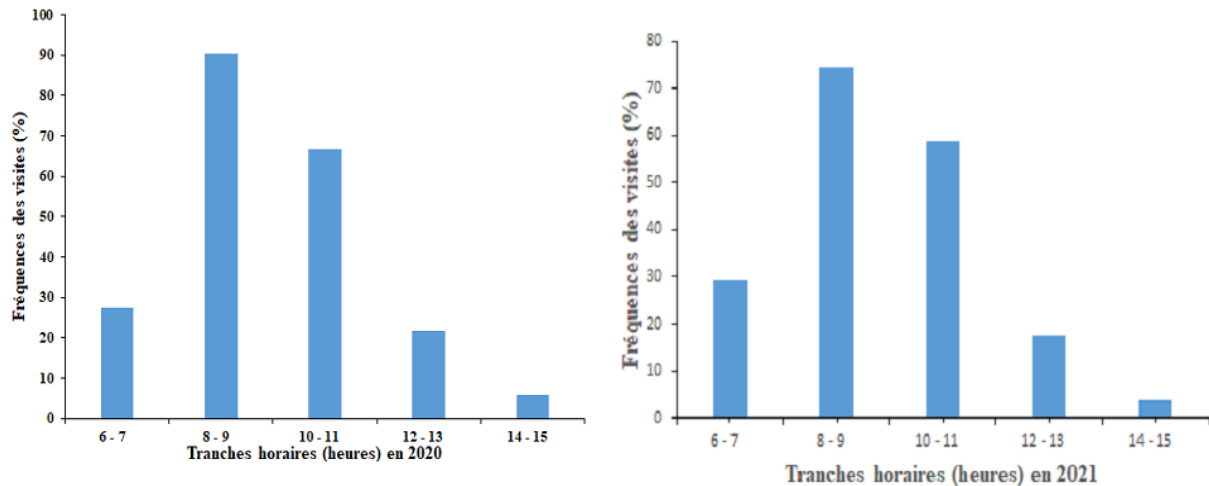


Figure 2 : Fréquence des visites de *Apis mellifera* sur les fleurs de *Cucumis sativus* selon les tranches horaires journalières à La ferme de multiplication du matériel végétal du Minader à Ngaoundéré en 2020 (saison pluvieuse) et en 2021 (saison sèche).

4.3 Produits floraux prélevés : Au niveau des fleurs mâles et femelles épanouies de *C. sativum*, les ouvrières de *A. mellifera* récoltaient uniquement le nectar sur les 97 et 108 visites de cet Apidae enregistrées en saison pluvieuse et sèche respectivement. Pour les deux saisons d'observation cumulées, sur les 205 visites enregistrées, 63,88 % étaient destinées exclusivement à la récolte du nectar (Figure 3).

Le nectar a été recherché par les ouvrières de cette abeille durant tous les jours et pendant toutes les tranches horaires d'observation. Cette recherche était fonction aux besoins alimentaires de *A. mellifera* et de la disponibilité et l'accessibilité de ce produit floral au niveau des fleurs butinées par celle-ci au moment de l'expérimentation (Guerin, 2014).



Figure 3 : Ouvrière de *Apis mellifera* récoltant du nectar dans une fleur mâle et femelle de *Cucumis sativus* à La ferme de multiplication du matériel végétal du Minader à Ngaoundéré en 2020.

4.4 Rythme des visites de *Apis mellifera* en fonction du nombre de fleurs épanouies sur *Cucumis sativum* :

Le nombre de visites de *A. mellifera* était proportionnel au nombre des fleurs de *C. sativum* épanouies en saison pluvieuse comme en saison sèche (Figure 4). La corrélation entre ces deux paramètres était positive et hautement significative ($r = 0,91$; $ddl = 4$; $P < 0,01$) et positive et non significative ($r = 0,71$; $ddl = 4$; $P > 0,05$) en saison pluvieuse et saison

sèche respectivement. La corrélation positive et significative observée en saison pluvieuse met en évidence la bonne attractivité du nectar et sa disponibilité au niveau des fleurs épanouies de cette espèce végétale. Ce résultat est conforme à ceux de (Faegri & Pijl, 1979) qui indiquent que le nombre de fleurs épanouies est un facteur essentiel qui joue un rôle important dans l'orientation des insectes vers les fleurs d'une plante.

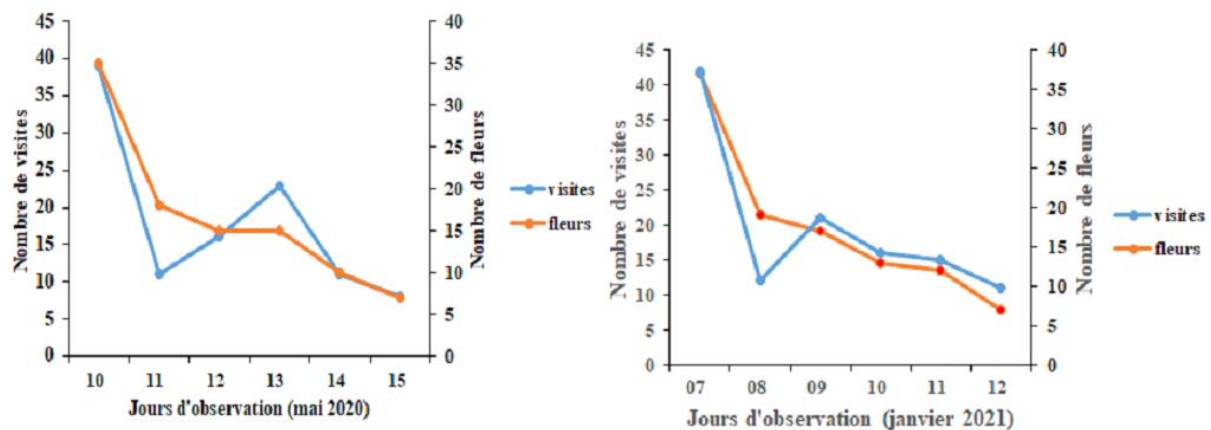


Figure 4 : Variation du nombre de fleurs épanouies de *Cucumis sativus* et du nombre de visites de *Apis mellifera* sur ces organes selon les jours d'observation à La ferme de multiplication du matériel végétal du Minader à Ngaoundéré en 2020 (saison pluvieuse) et en 2021 (saison sèche).

4.5 Abondance des butineuses de *Apis mellifera* au niveau des fleurs de *Cucumis sativum* :

Le plus grand effectif moyen des ouvrières de *A. mellifera* par fleur était de 1 en saison pluvieuse comme en saison sèche. L'abondance moyenne des butineuses par 1000 fleurs (A1000) de *C. sativum* était de 161,72 ($n = 160$; $s = 129,28$) en saison pluvieuse et 160,92 ($n = 151$; $s = 108,22$) en saison sèche. La différence entre ces deux moyennes n'est pas significative ($t = 0,21$; $ddl = 140$; $P > 0,05$). Cumulativement pour les deux saisons, cette abondance était de 161,32 ($n = 155,5$; $s = 118,75$). Les fortes abondances par 1000 fleurs seraient liées à la disponibilité et l'attractivité du nectar de *C. sativus* vis-à-vis de *A. mellifera* ainsi qu'à l'abondance des ouvrières de cette abeille dans l'environnement du site expérimental.

4.6 Durée des visites par fleur :

La durée moyenne d'une visite de *A. mellifera* sur une fleur mâle et femelle de *C. sativus* pour le prélèvement du nectar était de 8,76 sec ($n = 144$; $s = 5,42$) en saison pluvieuse et 9,04 sec ($n = 154$; $s = 4,71$) en saison sèche. La différence entre ces deux moyennes est très hautement significative ($t = 4,90$; $ddl = 242$; $P < 0,001$). Pour les deux saisons cumulées, la durée moyenne d'une visite de *A. mellifera* par fleur mâle et femelle de *C. sativus* était de 8,9 sec. Cette différence pourrait se justifier par le type de besoin alimentaire de cette abeille au moment de l'expérimentation (Guerin, 2014).

4.7 Vitesse de butinage :

Les ouvrières de *A. mellifera* visitaient en moyenne 8,60 fleurs par minute ($n = 131$; $s = 3,03$) en saison pluvieuse et 8,46 fleurs par minute ($n = 142$; $s = 3,74$) en

saison sèche. La différence entre ces deux moyennes est très hautement significative ($t = 8,18$; $ddl = 154$; $P < 0,001$). Cumulativement pour les deux saisons, cette vitesse était de 8,53 fleurs par minute. Nos résultats sont supérieurs à ceux obtenus par Benachour & Louadi (2011) en Algérie qui ont enregistré pour cette même abeille, une vitesse moyenne de 6,4 fleurs par minute.

4.8 Influence de quelques facteurs externes

4.8.1 Effet de la faune : Pendant les deux saisons d'observation, les ouvrières de *A. mellifera* étaient interrompues dans leur activité de butinage par d'autres individus de la même espèce qui étaient des concurrents pour le nectar. En saison pluvieuse, sur 108 visites enregistrées, 11 (soit 10,18 %) étaient interrompues. De ce chiffre, huit (soit 7,40 %) ont été perturbées par d'autres ouvrières de *A. mellifera* et les trois autres (soit 2,77 %) par *Amegilla* sp. En saison sèche, sur 94 visites enregistrées, 14 (soit 14,89 %) ont été interrompue, huit (soit 8,51 %) par *A. mellifera* et six (soit 6,38 %) par *Xylocopa* sp. Ces interruptions de visites avaient lieu à la suite des collisions entre visiteurs ou de l'approche d'une fleur déjà occupée par un autre visiteur. Cependant, pour obtenir leur charge maximale de nectar, les butineuses qui ont subi de telles perturbations étaient obligées de visiter un plus grand nombre de fleurs et/ou de plantes lors du voyage de butinage correspondant. L'augmentation du nombre de fleurs visitées par une ouvrière peut accroître la probabilité des contacts stigmatiques, et par conséquent la probabilité de pollinisation des fleurs visitées (Tchuenguem, 2005).

4.8.2 Effet de la flore : Durant les deux saisons d'expérimentation, les fleurs de plusieurs autres espèces végétales à proximité de la station expérimentale étaient également visitées par les ouvrières de *A. mellifera*, pour leur nectar et/ou leur pollen. Il s'agissait notamment de *Tithonia diversifolia* (Asteraceae : pollen et nectar), *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae : nectar), *Bidens pilosa* (Asteraceae : pollen), *Mangifera indica* (Anacardiaceae : nectar) et *Zea mays* (Poaceae :

pollen). Néanmoins, aucun passage de *A. mellifera* des fleurs de *C. sativum* aux fleurs d'autres espèces végétales et vice versa n'a été observé aussi bien en saison pluvieuse qu'en saison sèche. Ceci prouve que les ouvrières de cette Apidae étaient fidèles aux fleurs de cette Cucurbitaceae lors des voyages de butinage.

4.9 Valeur apicole de *Cucumis sativus* :

Pendant les deux périodes de floraison (saison pluvieuse et saison sèche) de *C. sativus*, nous avons noté une forte activité de récolte exclusive du nectar par *A. mellifera* au niveau de ses fleurs mâles et femelles. Ces résultats mettent en évidence la bonne attractivité du nectar de cette plante vis-à-vis des ouvrières de *A. mellifera*. Ils permettent de classer *C. sativus*, parmi les plantes apicoles fortement nectarifère. Par conséquent, cette espèce végétale pourrait être cultivée dans l'environnement des ruchers pour accroître la production du miel et maintenir les colonies de *A. mellifera* pendant les périodes de soudure.

4.10 Apport de *Apis mellifera* dans la pollinisation de *Cucumis sativus* :

Au cours de leur activité de butinage au niveau des fleurs de *C. sativum*, les ouvrières de *A. mellifera* accroissaient la capacité de pollinisation de cette Cucurbitaceae. En effet, à l'aide des pièces buccales, du thorax et de la fourrure, cette abeille transportait passivement le pollen lorsqu'elle se posait sur une fleur mâle pour prélever le nectar ; en passant régulièrement de plante en plante où elle libérait une partie de ce pollen sur les stigmates de la fleur femelle visitée. Ainsi, les butineuses de *A. mellifera* étaient toujours en contact avec les stigmates de la fleur femelle de *C. sativus* au cours du prélèvement du nectar. Elles pouvaient donc intervenir directement dans l'autopollinisation. Au cours de nos observations, nous n'avons noté aucune récolte du pollen. Toutefois, il était susceptible qu'elle joue un rôle positif sur la geitogamie (Klinkhamer & de Jong, 1993), en déposant le pollen d'une fleur sur le stigmate d'une autre fleur de la même plante et sur la xenogamie (Lobreau-Callen & Coutin, 1987) en mettant le pollen d'une plante sur le stigmate d'une fleur d'une autre plante. Le tableau 2 donne le taux

de fructification, le nombre moyen de graines par fruit, le diamètre moyen d'un fruit, la longueur moyenne d'un fruit, le poids moyen

d'un fruit et le pourcentage de graines normales dans les différents traitements de *C. sativum*.

Tableau 2 : Taux de fructification, nombre moyen de graines par fruit, diamètre moyen d'un fruit, longueur moyenne d'un fruit, poids moyen d'un fruit et pourcentage de graines normales obtenus dans chacun des traitements de *Cucumis sativus* à La ferme de multiplication du matériel végétal du Minader à Ngaoundéré en 2020 (saison pluvieuse) et 2021 (saison sèche)

Années	Traitements	NFF	TF (%)	Graines par fruit		Diamètre d'un fruit		Longueur d'un fruit		Poids d'un fruit		NTG	NGN
				m	s	m	s	m	s	m	s		
2020	T1 (Fl)	87	72	91,24	23,28	4,24	0,99	18,48	2,88	283,10	66,06	7938	6340
	T2 (Fp)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T5 (Fva)	60	80	138,71	29,35	6	1,51	19,54	3,12	371,11	101,46	22194	19640
	T6 (Fps)	8	8	67,5	22,08	5,5	1,41	16,63	2,97	53,88	25,13	540	396
2021	T3 (Fl)	94	78,33	92,31	22,48	4,26	0,97	18,47	2,83	276,85	68,43	8678	5576
	T4 (Fp)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T7 (Fva)	171	85,5	137,27	29,43	6,06	1,48	19,35	3,28	324,61	112,92	23474	20638
	T8 (Fps)	14	14	65,85	18,06	6	1,84	17,00	3,09	52,35	23,48	922	712

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

Il ressort de ce tableau que :

- Les taux de fructification ont été de 72,50 %, 0,00 %, 78,33 % et 0,00 % dans les traitements 1, 2 (saison pluvieuse 2020), 3 et 4 (saison sèche 2021) respectivement. Les différences entre ces quatre pourcentages sont globalement très hautement significatives ($\chi^2 = 119,29$; $ddl = 2$; $P < 0,001$) ;
- Les nombres moyens de graines par fruit ont été de 91,24, 0,00, 92,31 et 0,00 dans les traitements 1, 2 (saison pluvieuse 2020), 3 et 4 (saison sèche 2021) respectivement. Les différences entre ces moyennes sont globalement très hautement significatives ($F = 40,08$ $ddl1 = 3$; $ddl2 = 205$; $P < 0,001$) ;
- Les diamètres moyens d'un fruit ont été de 4,24 m, 0,00 m, 4,26 m et 0,00 m dans les traitements 1, 2 (saison pluvieuse 2020), 3 et 4 (saison sèche 2021) respectivement. Les différences entre ces quatre moyennes ne sont pas significatives ($F = 0,32$; $ddl1 = 3$; $ddl2 = 89$; $P > 0,05$) ;
- Les longueurs moyennes d'un fruit ont été de 18,48 m, 0,00 m, 18,47 m et 0,00 m dans les traitements 1, 2 (saison pluvieuse 2020), 3 et 4 (saison sèche 2021) respectivement. Les

différences entre ces quatre moyennes sont globalement très hautement significatives ($F = 56,71$; $ddl1 = 3$; $ddl2 = 106$; $P < 0,001$) ;

- Les poids moyens d'un fruit ont été de 283,10 g, 0,00 g, 276,85 g et 0,00 g dans les traitements 1, 2 (saison pluvieuse 2020), 3 et 4 (saison sèche 2021) respectivement. Les différences entre ces quatre moyennes sont globalement très hautement significatives ($F = 199,2$; $ddl1 = 3$; $ddl2 = 508$; $P < 0,001$) ;
- Les pourcentages de graines normales ont été de 79,87 %, 0,00 %, 64,25 %, et 0,00 % dans les traitements 1, 2 (saison pluvieuse 2020), 3 et 4 (saison sèche 2021) respectivement. Les différences entre ces quatre pourcentages sont globalement très hautement significatives ($\chi^2 = 136,77$; $ddl1 = 3$; $ddl2 = 508$; $P < 0,001$).

Le taux de fructification, le nombre moyen de graines par fruit, le poids moyen d'un fruit et le pourcentage des graines normales dus aux insectes floricoles ont été très importants durant toutes les deux saisons. Selon McGregor (1976), la fructification est principalement tributaire de l'intensité de pollinisation. Ainsi, l'augmentation significative du taux de fructification, du nombre de graines par fruit, du poids des fruits, du

diamètre des fruits et du pourcentage de graines normales dus aux insectes est la conséquence de l'activité de ces derniers sur la pollinisation de cette plante. A Korhogo en Côte d'Ivoire, Tuo *et al.* (2019) ont révélé que les abeilles ont un impact significatif sur le nombre et poids de fruits du concombre.

4.11 Contribution de *Apis mellifera* dans l'amélioration de la production de *Cucumis sativus* : Le taux de fructification attribuable à *A. mellifera* a été de 90 % en saison pluvieuse (2020), 83,62 % en saison sèche (2021) et 86,81 % pour les deux saisons d'expérimentation cumulées.

- Le nombre moyen de graines par fruit dus à *A. mellifera* a été de 51,33 % en saison pluvieuse (2020), 52,02 % en saison sèche (2021), puis 51,67 % pour les deux saisons d'étude cumulées.
- Le poids moyen d'un fruit assignable à *A. mellifera* a été de 85,48 % en saison pluvieuse (2020), 83,87 % en saison sèche (2021) et 84,67 % pour les deux saisons d'observation cumulées.
- Le pourcentage de graines normales imputable à *A. mellifera* a été de 97,98% en saison pluvieuse (2020), 96,55 % en saison sèche (2021) et 97,26 % pour les deux saisons d'expérimentation cumulées.

En somme, les fleurs ayant reçu une visite de *A. mellifera* ont donné plus de graines normales que celles protégées des insectes puis découvertes et protégées de nouveau, sans visite d'insecte ou de tout autre organisme. Par le biais de l'efficacité pollinisatrice d'une visite florale, *A. mellifera* a

augmenté le taux de fructification de 86,81 % et le pourcentage de graines normales de 97,26 % pour les deux saisons cumulées. Ces résultats justifient donc l'efficacité pollinisatrice de *A. mellifera* sur les rendements de *C. Sativum*. Il apparaît que les visites florales de *A. mellifera* jouent un rôle très important sur la pollinisation de *C. sativum*. Ces résultats sont en accord avec ceux de Benachour & Louadi (2011) et Tuo *et al.* (2019) qui indiquent que les pollinisateurs efficaces de cette espèce végétale sont les abeilles qui entre régulièrement en contact avec le stigmate et les anthères des fleurs visitées. En effet, les butineuses de *A. mellifera* interviendraient directement dans l'autopollinisation et l'allopollinisation de cette plante d'autant plus qu'elles transportaient le pollen lorsqu'elle se posait sur une fleur mâle pour récolter le nectar et en passant régulièrement de plante en plante, elle libère une partie de ce pollen sur les stigmates de la fleur femelle visitée (Nzigidahera & Fofu, 2010). De nombreux chercheurs ont montré qu'une pollinisation efficace permet l'accroissement des rendements (Segeren, 1996). Ainsi l'augmentation significative des rendements en graines normales dans les traitements visités par *A. mellifera* est due à l'efficacité pollinisatrice de cette abeille sur la pollinisation des fleurs du concombre. En effet, l'apport des arthropodes du genre *Apis* dans la production d'autres espèces végétales a été déjà prouvé sur *Bixa orellana* (Adamou *et al.*, 2020) et *Luffa cylindrica* (Farda *et al.*, 2020) à Ngaoundéré.

5 CONCLUSION

A la Ferme de Multiplication du Matériel Végétal du MINADER à Ngaoundéré les activités de *A. mellifera* au niveau des fleurs de *C. sativum* s'étendent sur toute la journée de 6 h à 15 h, avec un summum de visites situé entre 8 h et 9 h. Dans les fleurs de cette Cucurbitaceae, les ouvrières de *A. mellifera* prélèvent intensément et exclusivement le nectar. L'abondance moyenne par 1000 fleurs des butineurs est de 161 individus et la vitesse moyenne de butinage est de 8,53 fleurs/min. Par l'efficacité pollinisatrice

d'une visite florale, *A. mellifera* entraîne une augmentation significative du taux de fructification de 86,81 % et le pourcentage de graines normales de 97,26 %. Par conséquent les graines de cette plante peuvent être semées dans l'atmosphère des ruchers pour augmenter la production en miel et maintenir les colonies de *A. mellifera* pendant la saison pluvieuse. Afin d'améliorer les rendements en fruits et en graines de *C. sativus*, il est préconisé d'emménager les

colonies de cet Apidae proche des plantations de cette essence.

6 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abrol D.P. (2012). Pollination biology, biodiversity conservation and agricultural production. Springer Dordrecht Heidelberg. London, 792 p.
- Adamou M. & Tchuenguem F.F.-N. (2014). Foraging and pollination behavior of *Apis mellifera adansonii* L. (Hymenoptera : Apidae) on *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf. 1919 flowers at Dang (Ngaoundere, Cameroon). *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 6 (4) : 62 - 74.
- Adamou M., Kingha T.M.B., Yatahaï C. M., & Tchuenguem F.F.-N. (2020). The role of carpenter bee (*Xylocopa olivacea*) pollination on fruit and seed yields of Lipstick tree (*Bixa orellana*, Bixaceae) crop in Cameroon. *International Journal of Agricultural Policy and Research*, 8 (1) : 26 - 34.
- AGRISTAT (2017). Institut Nationale de la Statistique, *annuaire statistique du Cameroun*, 118p.
- Aizen M.A., Molaes C.L., Vázquez D.P., Garibaldi L.A. & Sáez A. (2014). Quand le mutualisme tourne mal : les impacts des abeilles introduites en fonction de la densité sur la reproduction des plantes. *Nouveau Phytologue*, 204 (2) : 322 - 328.
- Amougou J.A., Abossolo S.A. & Tchindjang M. (2015). Variability of precipitations at Koundja and Ngaoundere based on temperature changes of Atlantic Ocean and El NINO. *Ivoir Coast Review of Science and Technology*, 25 : 110 - 124.
- Azo'o Ela M., Messi J., Tchuenguem F.F.-N., Tamesse L.J., Kekenou S. & Pando J.B. (2010). Foraging behavior of *Apis mellifera adansonii* and its impact on pollination, fruit and seeds yields of *Citrullus lanatus* at Nkolbisson (Yaoundé, Cameroon). *Cameroun Journal of Experimental Biology*, 6 (1) : 41 - 48.
- Benachour K. & Louadi K. (2011). Comportement de butinage des abeilles (Hymenoptera : Apoidea) sur les fleurs mâles et femelles du concombre (*Cucumis sativus* L.) (Cucurbitaceae) en région de Constantine (Algérie). In : « *Annales de la Société Entomologique de France* », 47 (2) : 63 - 70.
- Delaplane K.S. & Mayer D.F. (2000). Crop pollination by bees. CABI Publishing, Wallingford, UK and New York, 352 p.
- Demarly Y. (1977). Génétique et amélioration des plantes. Masson, Paris, 577 p.
- Diguir B.B., Pando J.B., Fameni T.S. & Tchuenguem F.F.-N. (2020). Pollination efficiency of *Dactylurina standingeri* (Hymenoptera : Apidae) on *Vernonia amygdalina* (Asteraceae) florets at Dang (Ngaoundéré, Cameroon). *International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences*, 6 (2) : 22 - 31.
- Djakbé D.J., Ngakou A., Wékéré C., Fabaiwa 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 (Ngaoundere - Cameroon). *International Journal of Agronomy and Agriculture Research*, 11 (3) : 43 - 60.
- Djonwangwé D., Pando J.B. & Tchuenguem F.F.-N. (2019a). Diversité des insectes floricoles de *Allium cepa* L. 1753 (Liliaceae) à Dogba et à Gazawa (Diamaré, Extrême-Nord, Cameroun). *Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences*, 9 (2) : 281 - 295.
- Dounia & Tchuenguem F.F.-N. (2016). Activité de butinage et de pollinisation de *Lipotriches collaris* Vachal 1903

- (Hymenoptera : Halictidae) sur les fleurs de *Glycine max* (L.) (Fabaceae) à Maroua - Cameroun. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 29 (1) : 4515 - 4525.
- Faegri K. & Pijl L. (1979). The principles of pollination ecology. 3rd revised ed., Pergamon Press, Oxford, 244 p.
- FAO (2012). *State of food insecurity in the world 2012 : Economic growth is necessary but not sufficient to accelerate reduction of hunger and malnutrition*. Rome, 65 p.
- FAO (2019). *L'État de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde 2019. Se prémunir contre les ralentissements et les fléchissements économiques*. Rome, 175 p.
- Farda D. & Tchuenguem F.F.-N. (2018). Efficacité pollinisatrice de *Apis mellifera* (Hymenoptera : Apidae) sur *Luffa cylindrica* (L.) M. Roem (Cucurbitaceae) à Ngaoundéré (Cameroun). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12 (2) : 850 - 866.
- Free J. B. (1993). Insect Pollination of Crops. 2nd Ed., Academic Press, London, 684 p.
- GUERIN M. (2014). Attractivité des plantes pour les auxiliaires-synthèse sur les interactions plante/insecte, 10 p.
- Hanh T.T.M., Sharma S.K. & Rana M.K. (2014). Pollination Efficiency of Native Bee Pollinators of Cucumber (*Cucumis sativus* L.) in India. *Journal of Apiculture*, 29 (3) : 199 -205.
- Jacob-Remacle A. (1989). Comportement de butinage de l'abeille domestique et des abeilles sauvages dans des vergers de pommiers en Belgique. *Apidologie*, 20 (4) : 271 - 285.
- Jean Prost P. (1987). *Apiculture : connaître l'abeille - conduire le rucher*. 6^{ème} édition. Lavoisier, Paris, 159 p.
- Jordan S. (2016). Culture hors sol de concombre sous serres chauffées : acquisition de références physiologiques et proposition d'outils d'aide au pilotage du climat. Mémoire de fin d'étude d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage. Angers, 105 p.
- Kengni B.S., Tchuenguem F.F.-N. & Ngakou A. (2015). 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.
- Kingha T.M.B., Adamou M., Mazi S., Gabriel M.N., Amandine F.M. & Tchuenguem F.F.-N. (2020). Insectes associés aux fleurs de *Arachis hypogaea* L. (Fabaceae) variété Campala et leurs effets sur la production des gousses et des graines à Dang et Selbé-Darang, Ngaoundéré, Cameroun. *Afrique Science*, 16 (5) : 218 - 234.
- Kingha T.M.B., Adamou M., Youssoufa O., Yatahaï C.M. & Tchuenguem F.F.-N. (2021). Activité de butinage et de pollinisation de *Apis mellifera* (Hymenoptera : Apidae) sur les fleurs de *Abelmoschus esculentus* (Malvaceae) à Garoua (Nord, Cameroun). *Cameroon Journal of Biological and Biochemical Sciences*, 29 (2): 62 - 76.
- Klinkhamer P.G.L. & De Jong T.J. (1993). Attractiveness to pollinators: a plant's dilemma. *Oikos*, 66 : 180 - 184.
- Lobreau-Callen D. & Coutin R. (1987). Ressources florales exploitées par quelques Apoïdes des zones cultivées en savane arborée sénégalaise durant la saison des pluies. *Agronomie*, 7 (4) : 231 - 246.
- McGregor S. (1976). Insect pollination of cultivated crop plants. Agricultural Research Service. United States Department of Agriculture, Agriculture Handbook, Washington DC, 496-411p.
- MINADER (2010). *Annuaire des statistiques du secteur agricole, campagnes 2007 - 2008*. Direction des Enquêtes et Statistiques, AGRI - STAT Cameroun n° 16, 98 p.

- Nzigidahera B. & Fofa A. (2010). Les pollinisateurs sauvages dans les écosystèmes forestiers et agricoles au Burundi. INECN, 52 p.
- PAM (2007). *Ensemble vers la solution*. Stilgrafica, Rome, 48 p.
- Pando J.B., Tchuenguem F.F.-N. & Tamesse J.L. (2013). Activité de butinage et de pollinisation de *Xylocopa olivacea* Fabricius 1787 (Hymenoptera : Apidae) sur les fleurs de *Vigna unguiculata* Walp. 1843 (Fabaceae) à Yaoundé - Cameroun. *Entomologie Faunistique*, 66 (3) : 47 - 59.
- Philippe J.M. (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.
- PNUD (2012). *Rapport sur le développement humain en Afrique*. Vers une sécurité alimentaire. USA, 24 p.
- Roubik D.W. (2000). Pollination system stability in Tropical America. *Conservative Biology*, 14 : 1235 - 1236.
- Soro S., Diallo A.H., Doumbia M., Dao D. & Tano Y. (2010). Inventaire des insectes de l'igname (*Dioscorea* spp) : cas de Bouaké et Toumodi (Côte d'Ivoire). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 3(6) : 715- 723.
- Segeren P., mulder V., Beetsma J., Sommeijer R. (1996). Apiculture sous les tropiques. Agrodok 32, 5ème ed., Agromisa, Wageningen, 88 p.
- Tchuenguem F. F.-N. (1993). Activité des insectes anthophiles et son impact sur les rendements de deux plantes cultivées au Cameroun : *Zea mays* Linné (Gramineae) et *Arachis hypogaea* Linné (Papilionaceae). Thèse de Doctorat 3^{ème} Cycle, Université de Yaoundé I, 133 p.
- Tchuenguem F. F.-N. (2005). Activité de butinage et de pollinisation de *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera : Apidae, Apinae) sur les fleurs de trois plantes à Ngaoundéré (Cameroun) : *Callistemon rigidus* (Myrtaceae), *Syzygium guineense* var. *Macrocarpum* (Myrtaceae) et *Voacanga africana* (Apocynaceae). Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Yaoundé I, 103 p.
- Tchuenguem F. F.-N., 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.
- Tuo Y., Coulibaly D., Kone M., Kone K. & Koua K.H. (2019). Impact of a beehive on Cucumber Production Parameters (Number and Weight of Fruits) in Korhogo, Northern Côte d'Ivoire. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering*, 10 (5) : 43 - 48.
- Winfree R., Williams N.M., Gaines H., Ascher J.S. & Kremen C. (2008). Wild bee pollinators provide the majority of crop visitation across land-use gradients in New Jersey and Pennsylvania, USA. *Journal of Applied Ecology*, 45 : 7936 - 802.
- Zra G.V., Mazi S. & Tchuenguem F.F.-N. (2020). Pollination efficiency of *Dactylurina standingeri* (Hymenoptera : Apidae) on *Psorospermum febrifugum* (Hypericaceae) at Dang (Ngaoundéré, Cameroon). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8 (1) : 216 - 224.