

Research Article

Impact d'une visite florale de *Xylocopa olivacea* Fabricius 1778 (Hymenoptera: Apidae) sur la production de *Allium cepa* L., 1753 (Liliaceae) à Gazawa (Extrême-Nord, Cameroun)

GEORGES TCHINDEBE^{1,2*}, TAIMANGA¹, FADOUH MAHAMAT FADOUH³, DOUNIA⁴, FERNAND-NESTOR TCHUENGUEM FOHOUE⁵

¹ Université de Douala, Institut des Sciences Halieutiques, Département d'Agronomie, BP 2701 Douala, Cameroun.

² Université de Garoua, Faculté des Sciences, Laboratoire de Zoologie Appliquée et Approfondie, BP 346 Garoua, Cameroun

³ Université Adam Barka d'Abéché ; École Normale Supérieure, Département de Sciences de la Vie et de la Terre, BP 1173 Abéché, Tchad.

⁴ Université de Yaoundé I, École Normale Supérieure, Laboratoire de Zoologie, BP 812 Yaoundé, Cameroun.

⁵ Université de Ngaoundéré, Faculté des Sciences, BP 454 Ngaoundéré, Cameroun.

* Correspondance : watchinde@gmail.com

Received: 28 Aug 2024. Reviewed: 26 Sep 2024. Revised: 02 Oct 2024. Accepted: 29 Oct 2024. Published: 22 Nov 2024.

RÉSUMÉ

Afin d'étudier les activités de *Xylocopa olivacea* et de déterminer l'impact de celles-ci sur la production de *Allium cepa* (Liliaceae), des observations ont été faites sur les fleurs de cette Liliaceae en 2018 et 2019 à Gazawa (Cameroun). Au début de chaque année d'investigation, 280 fleurs au stade bouton ont été étiquetées et réparties en trois traitements : les fleurs n'ayant pas reçu de visites, celles ayant reçu plusieurs visites des insectes et celles ouvertes pour une visite unique de *X. olivacea* avant de remettre la protection vis-à-vis des insectes. La comparaison des taux de fructification, des nombres moyens de graines par capsule et les pourcentages de graines normales des différents traitements a permis de déterminer l'efficacité pollinisatrice de cet Apoïde. Les résultats montrent que les individus de *X. olivacea* récoltaient le pollen et le nectar dans les fleurs de la Liliaceae de 6 h à 17 h avec une forte activité située entre 8 h et 11 h. L'abondance moyenne par 1000 fleurs était de 539 individus et la vitesse moyenne de butinage était de 16,11 fleurs/min. Par l'efficacité pollinisatrice d'une visite florale, cette abeille a augmenté significativement le taux de fructification de 63,12 % et le pourcentage des graines normales de 4,24 %. L'aménagement par les paysans des sites de nidification de cet Apoïde à l'intérieur et aux alentours de leurs champs pourrait contribuer à accroître la production en fruits et en graines de l'oignon.

Mots-clés : *Xylocopa olivacea*, *Allium cepa*, efficacité pollinisatrice, productivité.

ABSTRACT

To study the activities of *Xylocopa olivacea* and to determine their impact on the production of *Allium cepa* (Liliaceae), observations were made on the flowers of this Liliaceae in 2018 and 2019 at Gazawa (Cameroun). For each year of observation, 280 flowers at bud stage grouped into three treatments were labeled. The three treatments were: flowers without any visit, visited flowers and protected and opening flowers for a single visit of *X. olivacea* before handing over protection from insects. The comparison of fruiting rates, average number of seeds per capsule and percentage of normal seeds of different treatments was used to determine the pollination efficiency of this Apidae. The results show that individuals of *X. olivacea* harvested pollen and nectar from 6 a.m. to 7 p.m., with high activity between 8 a.m and 11 a.m. The average abundance per 1000 flowers was 539 individuals and the average foraging speed was 16.11 flowers/min. By the pollination efficiency of a floral visit, this bee has significantly increased the fructification rate by 63.12 % and the percentage of normal seeds by 4.24 %. Onion growers are advised to set up nest habitats for this Apidae in and around their fields to increase normal seed production.

Keywords : *Xylocopa olivacea*, *Allium cepa*, pollination efficiency, productivity.

1. Introduction

L'oignon (*Allium cepa*) L. 1753 est une Liliacée (Messiaen, 1994) bisannuelle cultivée sous irrigation pour ses bulbes et ses feuilles (Pitrat & Foury, 2003). Les bulbes sont consommés à l'état cru ou préparés dans toutes sortes de mets (Mohammad *et al.*, 2011). Cette Liliacée a une hauteur pouvant atteindre 150 cm (Brickell *et al.*, 1992). Le Fruit est une capsule contenant des graines noires (Chandel *et al.*, 2004). La multiplication se fait par les graines ou par des bulbes. Les fleurs sont de couleur blanche ou bleuâtre, en ombelle multiflore globuleuse et souvent entremêlées de bulbilles (Ross, 2001). La pollinisation est indispensable pour la production des graines de bonne qualité (Chandel *et al.*, 2004).

Au Cameroun, la production annuelle en graines de cette liliacée est estimée à 147553 tonnes alors que la demande est évaluée à plus de 600 000 tonnes (MINADER, 2012). Pourtant une connaissance rigoureuse de

l'efficacité pollinisatrice des abeilles sur cette plante pourrait augmenter la production pour répondre à la demande sans cesse croissante en graines et en bulbes. Les relations entre *A. cepa* et les insectes floricoles ont été très peu étudiées. En effet, les quelques travaux de recherche existants au Cameroun sont ceux réalisés dans la région de l'Extrême-Nord (Tchindebe et Fohouo, 2013 ; Djonwangwé *et al.* 2020 ; Tchindebe *et al.*, 2021). Ces travaux, ne présentent aucune donnée sur l'impact des activités de butinage et de pollinisation des abeilles du genre *Xylocope* sur la production de cette Liliaceae. En outre, l'impact d'une seule visite florale d'un insecte pollinisateur dans la production de *A. cepa* n'a jamais fait l'objet d'étude.

C'est pour pallier à ces insuffisances que des investigations relatives aux activités de butinage et de pollinisation de *X. olivacea* sur les fleurs de *A. cepa* ont été menées dans les plantations à Gazawa en 2018 et 2019. L'objectif de ce travail est de déterminer la relation existante entre *X. olivacea* et *A. cepa* pour une exploitation optimale au Cameroun. Plus spécifiquement, il s'agissait d'étudier l'activité de *X. olivacea* au niveau des fleurs de cette Liliaceae et d'évaluer l'efficacité pollinisatrice d'une visite florale de cette abeille dans la production de *A. cepa*.

2. Matériel et méthodes

2-1. Site et station d'étude

Les études ont été menées à Gazawa, Arrondissement du Diamaré, Région de l'Extrême-Nord au Cameroun. La station d'étude était une aire de 437 m² centrée sur un point de Latitude 10° 54.095 N, de longitude 14° 12.892 E et d'altitude 387 m au-dessus du niveau de la mer. Ces coordonnées ont été enregistrées à l'aide d'un « Global Positioning System » de marque Garmin II+. Ladite région appartient au climat soudano-sahélien caractérisé par deux saisons : une saison sèche (novembre à mai) et une saison des pluies (juin à octobre) ; août est le mois le plus pluvieux (Gloy *et al.*, 2023).

2-2. Matériel biologique

Le matériel végétal était constitué des bulbes de *A. cepa*, la variété « violet de Galmi » (Photo 1) fournies par l'IRAD de Maroua.



Photo 1 : Bulbes de *Allium cepa* variété « violet de Galmi » fournies par l'IRAD de Maroua

Le matériel animal était constitué de tous les insectes qui visitaient les fleurs de *A. cepa* naturellement présents dans l'environnement du site expérimental dont *X. olivacea*.

2-3. Méthodes

2-3-1. Préparation de la parcelle expérimentale, semis et entretien de la culture

Du 12 au 18 octobre 2017 puis du 15 au 19 octobre 2018, une parcelle de terrain rectangulaire de 23 m de longueur et 19 m de largeur a été délimitée, défrichée, labourée et subdivisée en huit sous-parcelles de 8 m de longueur, 4,5 m de largeur et 10 cm de hauteur chacune. Les sous-parcelles étaient séparées les unes des autres par des allées de 1 m (Tchindebe et fohouo, 2013). Le 1^{er} novembre 2017 et 2018, 80 bulbes d'oignons ont été découpés ; les fractions des bulbes portant les racines ont été plantées par poquet, sur les lignes, l'écartement était de 20 cm sur les lignes et 20 cm entre les lignes. Le 1^{er} décembre en 2018 et 2019, les plants obtenus ont été transplantés sur 24 parcelles préparées à cet effet. De la reprise de la croissance des plants (survenue le 14 décembre en 2018, 18 décembre en 2019) à l'apparition des premières fleurs (survenue le 17 février en 2018 et le 23 février en 2019), le sarclage a été régulièrement effectué à l'aide de la houe. De la période de floraison à la maturation des capsules, le désherbage a été fait à la main. L'irrigation s'est faite à l'aide de l'eau de puit, à une fréquence de deux fois par semaine, les lundis et jeudis. Le sol a été enrichi avec de l'engrais N - P - K (20 - 10 - 10).

2-3-2. Étude des activités de butinage de *Xylocopa olivacea* sur les fleurs de *Allium cepa*

2-3-2-1. Détermination de la fréquence de visites de *Xylocopa olivacea* sur les fleurs de *Allium cepa*

Du 13 au 22 septembre 2018 et du 11 au 19 septembre 2019, 120 fleurs étiquetées et non protégées [traitement 1 en 2018 ou 4 en 2019] ont été observées tous les jours, pendant chacune des deux années suivant six tranches horaires journalières : 6 - 7 h, 8 - 9 h, 10 - 11 h, 12 - 13 h, 14 - 15 h et 16 - 17 h (Tchuenguem, 2001). Pour chacune de ces tranches horaires et pendant chacune des deux périodes, l'observateur passait quatre fois (chaque ¼ d'heure) sur chacune des fleurs non protégées et épanouies. À chaque passage, l'effectif des visites (N_x) de *X. olivacea* sur les fleurs était compté par tranche horaire et enregistré. La fréquence des visites de *X. olivacea* (F_{xh}) par tranche horaire sur les fleurs de *A. cepa* 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'observations sur ces mêmes fleurs.

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

Pendant chacune des deux années d'étude, le nombre de fleurs épanouies journallement de cette Liliaceae 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 *X. olivacea* ont été corrélées aux nombres de fleurs épanouies de *A. cepa* pour déterminer le rythme de visites de cette Apoïdae.

2-3-2-2. Produits floraux prélevés

Les produits floraux récoltés par les individus de *X. olivacea* ont été systématiquement notés durant les mêmes dates et tranches horaires que pour l'enregistrement de la durée des visites par fleur. 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, c'était une récolteuse de pollen (Jean Prost, 1987).

2-3-2-3. Abondance des butineurs

Le plus grand nombre d'individus de *X. olivacea* simultanément en activité sur une fleur et sur 1000 fleurs (abondances des butineurs) 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 butineurs était compté sur un nombre connu de fleurs épanouies de *A. cepa*. A_{1000} a été déterminée à l'aide d'expression mathématique suivante (Tchuenguem, 2005).

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

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

2-3-2-4. 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'un individu de *X. olivacea* se posait sur une fleur de *A. cepa* et arrêté dès qu'il quittait la fleur de *A. cepa* pour une autre espèce végétale ; concomitamment, le nombre de fleurs visitées était dénombré (Tchuenguem, 2005). Au cours de ces observations, le retour d'un butineur de cette Apoïdae sur une fleur de *A. cepa* 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 la Formule mathématique suivante (Jacop - 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 .

2-3-2-5. Influence de quelques facteurs externes

Le nombre de fois que *X. olivacea* au cours d'un voyage de butinage passait d'une fleur de *A. cepa* à d'autres espèces végétales et vice versa était enregistré, après 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).

2-3-3. Évaluation de l'apport de *X. olivacea* dans la production de *Allium cepa*

Du 1 au 10 février 2018 et du 2 au 7 février 2019, 120 fleurs au stade bouton ont été étiquetées et deux traitements constitués pendant chacune des deux années d'investigation.

- Traitement A (Djonwangwé, 2020): 60 ou 65 fleurs protégées des insectes, destinées à recevoir une seule visite de *X. olivacea* ; dès l'épanouissement de chaque fleur, la toile gaze était prudemment enlevée, pendant la période journalière d'activité optimale des butineurs de cette Apidae (entre 8 h et 11 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 (Djackbé, 2017) ;
- Traitement B (Diguir, 2020) : 70 ou 62 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 fleur, la toile gaze était délicatement enlevée (entre 8 h et 11 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 (Djackbé, 2017).

Pour chaque année d'investigations, après la formation des capsules dans les traitements A et B, le taux de fructification attribuable à *X. olivacea* (Fr/x) était calculé à l'aide de l'Équation suivante (Djackbé, 2017)

$$Fr/x = \frac{(F_A - F_B)}{F_A} * 100$$

Les taux de fructification dans les traitements A (fleurs protégées, puis découvertes et ayant reçues une seule visite de *X. olivacea*) et B (fleurs protégées, découvertes, non visitées et de nouveau protégées). Pour chaque traitement, le taux de fructification (TF) était évalué à l'aide de la formule ci-après (Tchuenguem, 2001):

$$TF = \frac{Nc}{Nfi} * 100$$

Nc = nombre de capsules formées et Nfi = nombre de fleurs initialement portées

Après la récolte, le nombre moyen de graines par capsule et le pourcentage des graines normales attribuables à *X. olivacea* ont été évalués de la même manière que pour le taux de fructification (Djackbé, 2017).

2-4. Traitement des données

Le traitement des données a été fait à l'aide de la statistique descriptive (calcul des moyennes, écart-types et pourcentages) et de quatre tests : ANOVA (F) pour la comparaison des moyennes de plus de deux échantillons ; Test-t de Student pour la comparaison des moyennes de deux échantillons ; Chi-carré (χ^2) pour la comparaison des pourcentages ; Coefficient de corrélation de Pearson (r) pour l'étude des relations linéaires entre deux variables. Pour ce faire, les logiciels Excel 2016 et R 2.13.0. ont été exploités.

3. Résultats et Discussion

3-1. Fréquences des visites de *Xylocopa olivacea* en fonction des tranches horaires journalières d'observation

A Gazawa, nous avons inventorié 37 et 53 espèces d'insectes sur les fleurs de *A. cepa* en 2018 et 2019 respectivement. La forte attractivité des fleurs de *A. cepa* vis-à-vis des insectes serait due à la couleur éclatante, l'odeur caractéristique des fleurs de la liliacée et au besoin des butineurs de *X. olivacea* (Zuraw *et al.*, 2009). Les fleurs de l'oignon, produisent une quantité importante de nectar environ 180 μ l /fleur avec une composition de 20,33 mg/g en fructose, 10,99 mg/g de glucose et 0,1519 mg/g de sucrose et de pollen 1609 en moyenne par fleur (Kavitha & Rami Reddy, 2018) ce qui justifie l'attractivité de celles-ci vis-à-vis des butineurs de *X. olivacea*. Durant les deux années d'investigation, l'activité de l'Apidae sur les fleurs de *A. cepa* s'étendait de 6 h à 17 h, avec un maximum de visites enregistrées entre 8 h et 11 h à une température comprise entre 28,5 et 31 °C (Figure 1). Cette activité était régressive entre 12 h et 13 h. Les différentes variations journalières du nombre de visites de *X. olivacea* 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 a lieu entre 6 h et 7 h, le maximum de visites observées entre 8 h et 11 h est la résultante d'une température ambiante favorable et d'une forte disponibilité des produits floraux de cette plante. Ces résultats corroborent les travaux de Kavitha & Rami Reddy (2018) et de Sunita Devi *et al.* (2014) qui ont montré que le maximum de pollinisateurs des fleurs de l'oignon sont actifs à une température comprise entre 28 et 32 °C. En effet, il est connu que le pic de visite chez un insecte coïncide le plus souvent avec l'anthèse de la plante et la période à laquelle le butin de

la plante hôte est plus disponible (Kavitha & Rami Reddy, 2018). Sur les fleurs de *A. cepa*, de nombreux travaux ont démontré que le pic des visites se situe entre 09h et 12h en Inde (Kavitha & Rami Reddy, 2018) et entre 08h et 09h à Dogba (Djonwangwé, 2019). La baisse de la fréquence de visites de *X. olivacea* en milieu de la journée sur les fleurs de la Liliaceae se justifierait par la diminution de la quantité et/ou de la qualité des produits floraux. Chez *A. cepa* comme chez beaucoup de plantes à fleurs, le processus de la fanaison de la fleur est marqué par le changement de la coloration dans l'après-midi ; ceci aurait une influence sur la quantité et la qualité des produits floraux et pourrait expliquer la réduction du nombre d'insectes butineurs.

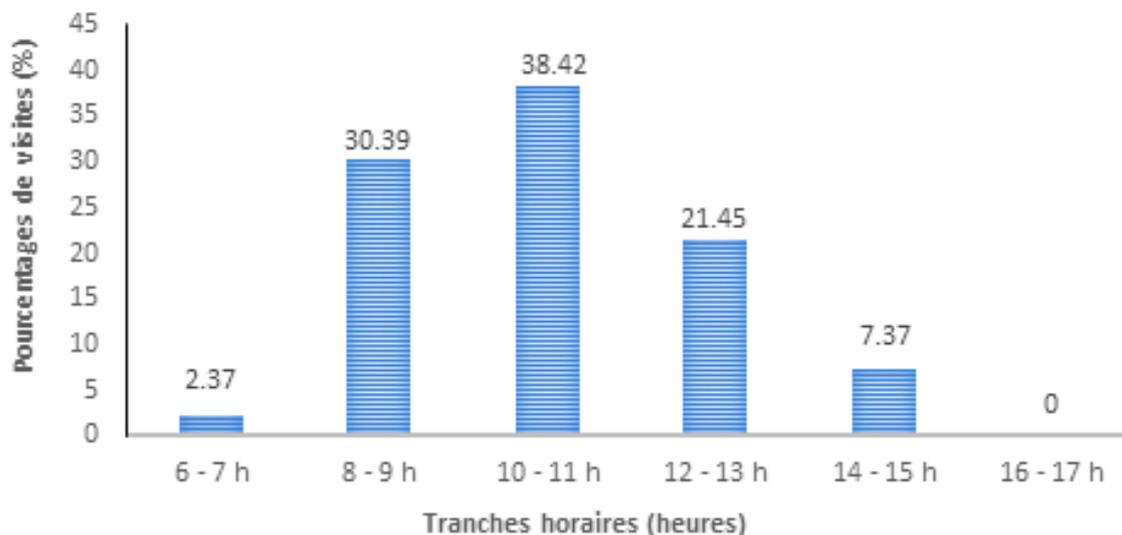


Figure 1 : Fréquence moyenne des visites de *X. olivacea* sur les fleurs de *Allium cepa* en fonction des périodes journalières d'observation en 2018 et 2019 à Gazawa

3-2. Produits floraux prélevés

Dans les fleurs épanouies de *A. cepa*, les individus de *X. olivacea* récoltaient à la fois le pollen et le nectar. Sur 176 visites de cet Apidae enregistrées en 2018, 34,88% étaient consacrées à la récolte du pollen et 65,12 % au prélèvement du nectar. En 2019, sur les 109 visites enregistrées, 56,90 % étaient destinées à la récolte du pollen et 43,10 % étaient dédiées au prélèvement du nectar. Pour les deux années d'observation cumulées, sur les 285 visites enregistrées, 45,89 % étaient destinées à la récolte du pollen et 54,11 % au prélèvement du nectar. Le nectar et le pollen ont été recherchés par les individus de cette Apidae durant tous les jours et pendant toutes les tranches horaires d'observation. Cette recherche était fonction de la disponibilité et de l'accessibilité de chacun de ces produits floraux au niveau des fleurs butinées et aux besoins alimentaires de *X. olivacea* qui sont fonctions de la valeur nutritionnelle de chaque produit récolté (Guerin, 2014). Le pollen constitue une source de protéines alors que le nectar est une source d'énergie, de lipide et de la vitamine (Guerin, 2014).

3-3. Rythme des visites de *Xylocopa olivacea* en fonction du nombre de fleurs épanouies sur *Allium cepa*

En 2018, le nombre de visites de *X. olivacea* était proportionnel au nombre des fleurs de *A. cepa* épanouies (Figure 2). La corrélation entre ces deux paramètres est positive et significative ($r = 0,72$; $ddl = 9$; $P < 0,05$). En 2019, la corrélation entre ces deux paramètres s'est révélée négative et significative ($r = -0,63$; $ddl = 8$; $P < 0,05$). La corrélation positive et significative observée en 2018 met en évidence la bonne attractivité des substances florales (nectar ou du pollen) et leurs disponibilités au niveau des fleurs épanouies. 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. Pendant les journées pluvieuses, l'effectif de visites de *X. olivacea* et le nombre des fleurs épanouies de la Liliaceae évoluaient de manière antagoniste. Cela se justifierait par l'absence de la sortie des butineurs de cette abeille de leur nid. En effet, en cas de précipitations, les eaux de ruissellement entraînaient l'obstruction de l'entrée des nids de cette abeille terricole, réduisant ainsi la fréquence de leur ouverture. En revanche, les effets négatifs de la pluie sur l'activité des abeilles terricole est connu depuis longtemps : chez les femelles de *Dialictus zaphyrus*, lors des précipitations, elles quittaient les fleurs de la plante hôte pour leurs habitats (Plateaux-Quenu, 1972).

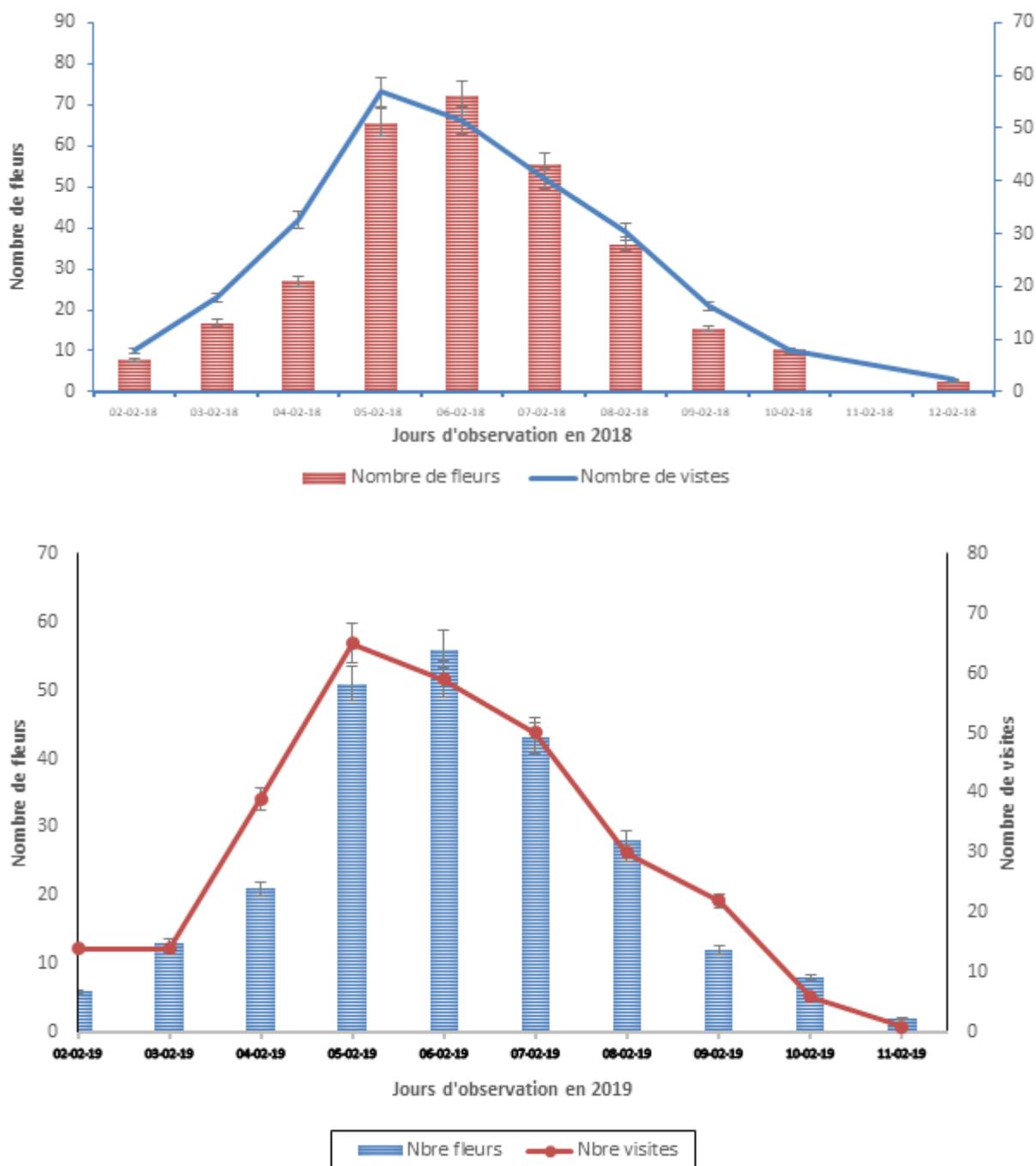


Figure 2 : Variations journalières du nombre de fleurs épanouies sur *Allium cepa* et du nombre de visites de *Xylocopa olivacea* de ces organes selon les dates d'observation à Gazawa en 2018 (haut) et 2019 (bas).

3-4. Abondance des butineurs de *Xylocopa olivacea* au niveau des fleurs de *Allium cepa*

En 2018, le plus grand effectif moyen d'individus de *X. olivacea* en activité par fleur de *A. cepa* était de 1,04 ($n = 72$; $s = 0,19$; $\min = 1$; $\max = 2$). En 2019, la valeur correspondante était de 1,12 [$n = 70$; $s = 0,33$; $\min = 1$; $\max = 2$] (Photo 2). La différence entre ces deux moyennes n'est pas significative ($t = 0,21$; $ddl = 140$; $P > 0,05$). L'abondance moyenne par 1000 fleurs (A1000) était de 610 ($n = 72$; $s = 411$) en 2018 et 417 ($n = 70$; $s = 402$) en 2019. La différence entre ces deux dernières moyennes n'est pas significative ($t = 1,27$; $ddl = 140$; $P > 0,05$). Pour les deux années d'observation, A1000 = 539 ($n = 142$; $s = 407$).



Photo 2 : Un individu de *X. olivacea* récoltant du nectar dans une fleur de *Allium cepa* en 2019 à Gazawa

Les fortes abondances par 1000 fleurs seraient liées à la disponibilité et de l'attractivité des produits floraux de cette Liliaceae vis-à-vis de cette Apoïde ainsi qu'à l'abondance des individus de cette abeille dans l'environnement du site expérimental.

3-5. Durée des visites par fleur

La durée moyenne d'une visite de *X. olivacea* par fleur de *A. cepa* dépend du type du produit floral récolté. En 2018, la durée des visites pour la récolte du pollen était de 17,60 sec ($n = 36$; $s = 8,21$; $\min = 3$; $\max = 41$) et celle consacrée au prélèvement du nectar de 43 sec ($n = 38$; $s = 7,8$; $\min = 8$; $\max = 72$). Il existe une différence significative entre ces deux durées moyennes ($t = 16,01$; $ddl = 72$; $P < 0,05$). En 2019, les valeurs correspondantes étaient de 19,31 sec ($n = 40$; $s = 7,14$; $\min = 2$; $\max = 78$) pour la récolte du pollen et 38,12 sec ($n = 40$; $s = 7,14$; $\min = 9$; $\max = 82$) pour le prélèvement du nectar. La différence entre ces deux dernières moyennes est significative ($t = 15,30$; $ddl = 78$; $P < 0,05$). Cette différence pourrait se justifier par le type de besoin prioritaire pour *X. olivacea* et la différence d'accessibilité aux deux types de produits floraux, les pollens étant plus accessibles.

3-6. Vitesse de butinage

Les individus de *X. olivacea* visitaient 12 à 18 fleurs de *A. cepa* par minute en 2018, et 10 à 21 fleurs par minute en 2019. La vitesse moyenne de butinage (VMB) était de 17,41 fleurs / min ($n = 41$; $s = 2,57$; $\min = 12$; $\max = 18$) en 2018 et 14,81 fleurs / min ($n = 39$; $s = 1,51$; $\min = 10$; $\max = 21$) en 2019. La différence entre ces deux moyennes n'est pas significative ($t = 0,71$; $ddl = 78$; $P > 0,05$). Pour les deux années cumulées, la vitesse moyenne de butinage était de 16,11 fleurs / min ($n = 80$; $s = 1,44$; $\min = 10$; $\max = 21$).

3-7. Influence de quelques facteurs externes

3-7-1. Effet de la faune

Au cours de leur activité de butinage, les individus de *X. olivacea* n'étaient pas perturbés par d'autres insectes anthophiles lors de la récolte des produits floraux.

3-7-2. Effet de la flore avoisinante

Pendant les deux années d'observation, les fleurs de plusieurs autres espèces végétales de la station expérimentale étaient visitées par les individus de *X. olivacea*, pour leur pollen ou leur nectar. Il s'agissait de : *Cosmos sulphureus* (Asteraceae : pollen et nectar) et *Solanum lycopersicum* (Solanaceae : pollen). Aucun passage de *X. olivacea* des fleurs de *A. cepa* aux fleurs d'autres espèces végétales n'a été observé aussi bien en 2018 qu'en 2019. Ceci prouve que les individus de cette Apidae étaient fidèles aux fleurs de la Liliaceae lors des voyages de butinage. En revanche, les observations faites par Dounia et Tchuenguem (2014) montrent que *Macronomia vulpina* était passé des fleurs du cotonnier aux fleurs d'autres plantes des environs de la station d'étude, avec 2,27 % de passage sur *Sorghum bicolor* et 9,52 % sur *Hibiscus asper*.

3-7-3. Influence des facteurs climatiques

Les facteurs climatiques tels que la température ambiante, l'hygrométrie de l'air et le vent violent ont plus ou moins influencé l'activité de *X. olivacea* au niveau des fleurs de *A. cepa* en 2018 et en 2019. La **Figure 3** montre les variations du nombre de visites de *X. olivacea* en fonction de la température ambiante, de l'hygrométrie de l'air et des tranches horaires journalières d'observation pendant la période de floraison de *A. cepa*. Il s'est révélé une corrélation :

- significative entre le nombre de visites de *X. olivacea* et la température en 2018 ($r = 0,81$; ddl = 4 ; $P < 0,05$), comme en 2019 ($r = 0,87$; ddl = 4 ; $P < 0,05$) ;

- négative et significative entre le nombre de visites de *X. olivacea* et l'hygrométrie de l'aire en 2018 ($r = -0,78$; ddl = 4) et en 2019 ($r = -0,63$; ddl = 4 ; $P < 0,05$). Ces observations se rapprochent de celles faites à Ngaoundéré (Fameni *et al.*, 2022) chez *Lasioglossum* sp. sur les fleurs de *Pisum sativum*. En outre, chez certains pollinisateurs, les observations faites en France (Louveau, 1984) montrent que les butineuses d'abeille mellifère préfèrent les journées ensoleillées et chaudes et limitent leur activité durant les jours pluvieux et de vents forts. L'hygrométrie élevée dilue le nectar et diminue sa concentration en sucre le rendant ainsi moins intéressant pour *X. olivacea*.

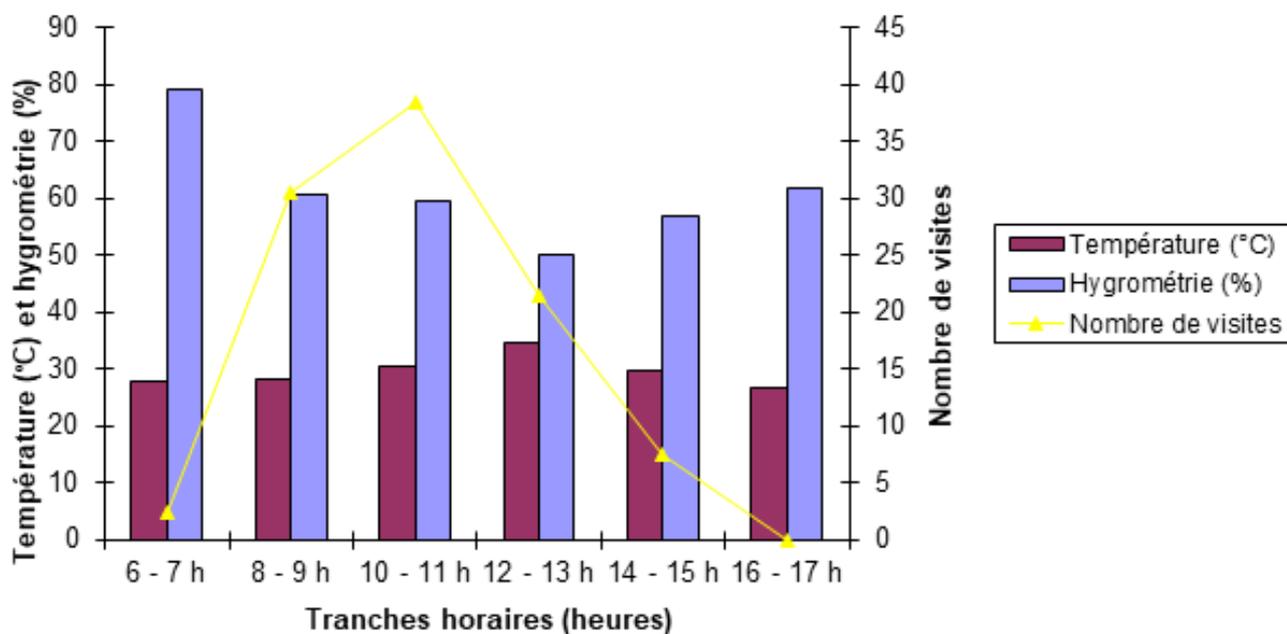


Figure 3 : Variations de la température atmosphérique moyenne, de l'hygrométrie de l'air et du nombre de visites moyen de *X. olivacea* sur les fleurs de *Allium cepa* selon les tranches horaires d'observation en 2018 et 2019 à Gazawa

3-8. Apport de *X. olivacea* dans la pollinisation de *Allium cepa*

Au cours de leur activité de butinage au niveau des fleurs de *A. cepa*, les individus de *X. olivacea* accroissaient la capacité de pollinisation de cette Liliaceae. En effet, la forme conique de la fleur de *A. cepa* dont la profondeur du tube corollaire est de 5,5 cm ($n = 31$; $s = 0,55$; $\max = 5,9$; $\min = 4,2$) en moyenne obligeait les butineurs de *X. olivacea* à se poser sur les stigmates de la fleur (100 % des visites) avant de se mouvoir vers l'intérieur de la corolle à la recherche des produits floraux et lorsqu'ils sortaient du fond de la corolle d'une fleur visitée. En se posant sur les stigmates lors de leurs activités sur les fleurs, les butineurs de *X. olivacea* secouaient celles-ci et amplifiaient la probabilité de pollinisation de cette Liliaceae par le dépôt du pollen sur ses stigmates. La charge optimale du pollen sur les stigmates serait elle-même favorable à la formation des fruits et des graines normales. Il a été d'ailleurs noté que la fructification est majoritairement dépendante de l'intensité de pollinisation (Woodcock, 2012). Ainsi, le pollen de *A. cepa* étant du type collant, lourd et hérissé de petites aspérités, adhère aux pièces buccales et aux poils des pattes et l'abdomen de l'Apidae, puis est transporté de fleur en fleur sur une même plante ou d'un pied de *A. cepa* à un autre. De ce fait, les butineurs de cette abeille étaient susceptibles de jouer un rôle positif dans la géitonogamie, en déposant le pollen d'une plante sur le stigmate de la fleur d'une autre plante (Louveau, 1984 ; Phillip, 1991).

3-9. Contribution de *X. olivacea* dans l'amélioration de la production de *Allium cepa*

Les données concernant le taux de fructification, le nombre moyen de graines par capsule et le pourcentage de graines normales dans les différents traitements de *A. cepa* sont présentées dans le **Tableau 1 ci-dessous**.

Tableau 1 : Taux de fructification, nombre moyen de graines par capsule et pourcentage de graines normales selon les différents traitements de *Allium cepa* en 2018 et 2019 à Gazawa

Année	Traitements	Nfe	Nfr	Tfr	Graines / Fruit		NTG	NGN	%GN
					m	s			
2018	1 Fleurs libres	120	114	95	3,12	0,51	391	370	96,62
	2 Fleurs protégées	120	39	32,5	1,13	0,36	26	11	42,30
	3 Fpxy 2018	40	36	90	3,25	0,18	131	124	94,65
2019	4 Fleurs libres	120	116	96,66	3,64	0,71	431	418	96,98
	5 Fleurs protégées	120	34	28,33	2,21	0,52	68	33	48,52
	6 Fpxy 2019	40	36	75	3,09	0,31	93	84	90,32

Fpvl : Fleurs protégées et visitées exclusivement par *X. olivacea* ; Fpors : fleurs protégées, ouvertes et protégées de nouveau, sans visites d'un insecte ou de tout autre organisme ; NFE : Nombre de fleurs étudiées ; NCF : Nombre de capsules formées ; TF : Taux de fructification ; NGC : Nombre de graines par capsule ; NTG : Nombre total de graines ; NGN : Nombre de graines normales ; %GN : Pourcentage de graines normale.

Il ressort de ce tableau que :

- les taux de fructification ont été de 32,50 %, 90 %, 28,33 % et 75 % dans les traitements 2, 3, 5 et 6 respectivement. Les différences entre ces quatre pourcentages sont significatives ($\chi^2 = 12,44$; ddl = 3 ; $P < 0,05$) ;
- les nombres moyens de graines par capsule ont été de 1,13, 3,25, 2,21 et 3,09 successivement dans les traitements 2, 3, 5 et 6. Les différences entre ces moyennes ne sont pas globalement significatives ($F = 1,03$; ddl₁ = 3 ; ddl₂ = 142) ;
- les pourcentages de graines normales ont été de 42,30 %, 94,65 %, 48,52 % et 90,32 % dans les traitements 2, 3, 5 et 6 respectivement. Les différences entre ces quatre pourcentages sont globalement très hautement significatives ($\chi^2 = 108,91$; ddl = 3 ; $P < 0,001$). Les comparaisons deux à deux de ces pourcentages montrent que la différence est très hautement significative entre les traitements 2 et 3 ($\chi^2 = 98,19$; ddl = 1 ; $P < 0,001$), puis 5 et 6 ($\chi^2 = 84,12$; ddl = 1 ; $P < 0,001$).

En somme, les fleurs ayant reçu une visite de *X. olivacea* 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, *X. olivacea* a augmenté le pourcentage de graines normales de 92,48 % pour les deux années cumulées. Ces résultats justifient donc l'efficacité pollinisatrice de *X. olivacea* sur les rendements de *A. cepa*. Il apparaît que les visites florales de *X. olivacea* jouent un rôle très important sur la pollinisation de *A. cepa*. Ces résultats sont en accord avec ceux de Philippe (1991), Roubik *et al.* (2005) et Abrol (2012) qui indiquent que les pollinisateurs efficaces d'une espèce végétale sont les insectes floricoles qui entre régulièrement en contact avec le stigmate et les anthères des fleurs visitées. En effet, les butineurs de *X. olivacea* interviendraient directement dans l'autopollinisation et l'allopollinisation de cette plante d'autant plus qu'ils transportaient le pollen d'une fleur pour les stigmates d'une même fleur et pour une autre fleur (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 *X. olivacea* est due à l'efficacité pollinisatrice de cette abeille sur la pollinisation des fleurs de l'oignon. En effet, la contribution des abeilles du genre *Xylocopa* dans la production d'autre plante a été déjà prouvé sur *Citrilus lanatus* à Maroua (Azo'o *et al.*, 2020), sur *Bixa orellana* (Adamou *et al.*, 2020) et *Luffa cylindrica* (Farda *et al.*, 2020) à Ngaoundéré. De même à Maroua, l'impact positif et significatif d'autres apoïdes a été démontré sur le pourcentage de graines normales chez l'oignon : *Apis mellifera* (24,93 %) (Tchindebe et Fohouo, 2014), *Macronomia vulpina* (19,32 %).

4. Conclusion

À Gazawa, les activités de *X. olivacea* au niveau des fleurs de *A. cepa* s'étendent sur toute la journée de 6 h à 17 h, avec un maximum de visites situé entre 8 h et 10 h. Dans les fleurs de la Liliaceae, les individus de *X. olivacea* récoltent intensément le pollen et le nectar. L'abondance moyenne par 1000 fleurs des butineurs est de 539 individus et la vitesse moyenne de butinage est de 16,11 fleurs/min. Par l'efficacité pollinisatrice d'une visite florale, *X. olivacea* entraîne une augmentation du pourcentage de graines normales de 28,51 %. La protection et l'aménagement des sites de nidification à proximité ou à l'intérieur des champs de *A. cepa* est recommandée aux producteurs d'oignon pour accroître la production en graines normales.

Remerciements

Les auteurs remercient le ministère de l'Enseignement supérieur du Cameroun pour avoir mis à leur disposition les fonds pour la modernisation de la recherche.

Références

- Abrol D. P. (2010). Foraging behaviour of *Apis florea* F., an important pollinator of *Allium cepa* L. *Journal of Apicultural Research*, 49 (4): 318 - 325.
- Adamou M., Mazi S., Taimanga and Yatahaï C. M. (2020). *Amegilla* sp. (Hymenoptera: Apidae) visitors to Cotton (*Gossypium hirsutum*, Malvaceae) flowers and their role in crop pollination at Djoumassi (North, Cameroon). *Journal of Experimental Agriculture International*, 42 (4): 145 - 157.
- Brickell Christopher. (1992). The Royal Horticultural Society Encyclopedia of Gardening. Dorling Kindersley. p.345.
- Chandel R. S., Thakur R. K., Bhardwaj N. R. and Pathania N. (2004). Onion seed crop pollination: a missing dimension in mountain horticulture. *Acta Horticultura*, 631: 79 - 86.
- Devi S, Gulati R, Tehri K, Poonia A. (2015). The pollination biology of onion (*Allium cepa* L.) a review. *Agricultural Review*, 36 : 1 - 13.
- Diguir B. B., Pando J. B., Fameni T. S. and Tchuenguem F.F.N. (2020). Pollination efficiency of *Dactylurina staudingeri* (Hymenoptera: Apidae) on *Vernonia amygdalina* (Asteraceae) florets at Dang (Ngaoundéré, Cameroon). *International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences*, 6 (2): 22 - 31.
- Djakbe J. D., Ngakou A., Wekere C., Faibawa 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.
- Djonwangwé D., Pando J. B., Tchuenguem F. F.N. and Messi J. (2018). Diversité et impact des insectes floricoles sur les rendements fruitier et grainier de *Arachis hypogaea* L. 1753 (Fabaceae) à Maroua (Extrême-Nord, Cameroun). *Entomologie Faunistique - Faunistic Entomology*, 71: 1 - 13.
- Dounia and Tchuenguem F. F. N., (2014). Foraging and pollination activity of *Macronomia vulpina* (Gerstaecker, 1857) (Hymenoptera: Halictidae) on *Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae) flowers at Maroua, Cameroon. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 4 (3): 2225 - 3610.
- Dounia and 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.
- Azo'o E. M., Bissou W.B. and Tchuenguem F.F.N. (2020). Comparing the foraging behaviour and pollination efficiency of *Apis mellifera* with *Xylocopa olivacea* (Apidae: Hymenoptera) on *Citrullus lanatus* flowers. *Journal of Applied Horticulture*, 22(1): 18-23.
- Faegri K. and Pijl L. (1979). The principles of pollination ecology. 3rd revised ed., Pergamon Press, Oxford, 244 p.
- Djakbe J. D., Ngakou A., Wekere C., Faibawa 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
- Gloy N., Kephe P., Jansen L., Ostberg S., Kaufmann J., Staubach L., Tchindjang M., Romanovska P., Vetter R., Tomalka J., Kagonbé T., Anaba M., Zouh I., Amougou J.A., Cronauer C. and Gornott C. (2023). Climate risk analysis for adaptation planning in Cameroon's agricultural sector. A report prepared by the Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK) in cooperation with the Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH on behalf of the German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ), DOI: 10.48485/pik.2023.023.
- Jacob-Remacle A. (1989). Comportement du butinage de l'abeille domestique et des abeilles sauvages dans des vergers de pommiers en Belgique. *Apidologie*, 20 : 271-285. Jean-Prost P. (1987). Apiculture : connaître l'abeille-conduire le rucher. 6^{ème} édition. Lavoisier (éd.), France, 159 p.
- Kavitha S. J. & Ndreddy, P. R. (2018). Floral biology and pollination ecology of onion (*Allium cepa* L.). *J. Pharmacognosy Phytother.*, 7 (6) : 2081 - 2084.

- Mazi S.A.M., Taimanga and Yatahaï C. M. (2020). *Amegilla* sp. (Hymenoptera: Apidae) visitors to Cotton (*Gossypium hirsutum*, Malvaceae) flowers and their role in crop pollination at Djoumassi (North, Cameroon). *Journal of Experimental Agriculture International*, 42 (4): 145 - 157
- Mc Gregor S. E. (1976). *Insect pollination of cultivated crop plants*. Agricultural Research Service, Washington, 411 p.
- Messiaen C. M. (1994). *The tropical vegetable garden*. London, Macmillan Press Ltd. 488 p.
- Pitrat M. & Foury C. (2003). *Histoires de légumes. Des origines à l'orée du XXI^e siècle*, INRA, Paris, 410 p.
- Minader (2012). *Annuaire des Statistiques du Secteur Agricole, Campagnes 2009 & 2010*. Direction des Enquêtes et Statistiques. Agri - Stat Cameroun n° 17, 123 p.
- Mohammad S. M., Shazia R., Shahid N. & Ghulam S. (2011). Comparative performance of honeybees (*Apis mellifera* L) and blowflies (*Phormia terronovae*) in onion (*Allium cepa* L.) seed setting. *Journal of Agricultural Research* 49 : 49 - 56.
- Nzigidahera B. and Fofu A. (2010). *Les pollinisateurs sauvages dans les écosystèmes forestiers et agricoles au Burundi*. INECN. 52 p.
- 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.
- Plateaux-Quenu C. (1972). *La biologie des abeilles primitives*. Ed. Masson et Cie, Paris, 200 p.
- Purseglove J. W. (1968). *Tropical crops-Dicotyledons 1*. Longmans, London, UK.
- Ross I. A., (2001). *Medicinal Plants of the world: Chemical Constituents, Traditional and Modern Medicinal Uses*, Humana Press, Totowa, (2): 1 - 9.
- Segeren P., mulder V., Beetsma J., Sommeijer R., (1996). *Apiculture sous les tropiques*. Agrodok 32, 5^{ème} ed., Agromisa, Wageningen, 88 p.
- Sunitha Devi, Gulati R, Tehri K, Poonia A., (2015). The pollination biology of onion (*Allium cepa* L.) - a review. *Agricultural Review*, 36: 1 - 13.
- Tchindebe G. and Tchuenguem F.F.-N. (2014). Foraging and pollination activity of *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera: Apidae) on flowers of *Allium cepa* L. (Liliaceae) at Maroua, Cameroon. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 5(2): 139 - 153.
- Tchindebe G., Farda D., Dounia, Douka C., Ningatoloum C., Pharaon Mbianda A., Tchuenguem Fohouo F.N. (2021). Diversity of insect pollinators of *Allium cepa* L. (Liliaceae) and assessment of its impact on yields at Gazawa (Cameroon). *Journal of Applied Biology & Biotechnology*, 9(2) : 85 - 92.
- 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 unique, Université de Yaoundé I, 103 p.
- Tchuenguem F. F.-N., Messi J. and Pauly A. (2001). *Activité de Meliponula erythra* sur les fleurs de *Dacryodes edulis* et son impact sur la fructification. *Fruits*, 56 179 - 188
- Tchuenguem F.F.-N., (2005). *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, p. 103.
- Woodcock T. S. (2012). *Pollination in the Agricultural Landscap*. Canadian pollinisation initiative. 113 p.
- Zdzislaw, W., Giejdasz J. and Proszynski G. (2004). Effect of pollination on onion seeds under isolation by the mason bee (*Osmia rufa* L.) Apoidea, *Megachillidae*) on the setting and quality of obtained seeds. *J. Apicultural Science*, 48: 35 - 41
- Żuraw B, Weryszko-Chmielewska E, Laskowska H, Pogroszewska E. (2010). The location of nectaries and nectar secretion in the flowers of *Allium giganteum* REGEL. *Acta Agrobot.*, 63(2): 33 - 40.