

Activité de butinage et de pollinisation de *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera: Apidae) sur les fleurs de *Helianthus annuus* (Asteraceae) à Ngaoundéré (Cameroun)

Fernand-Nestor TCHUENGUEM FOHOUE¹, Denis DJONWANGWE², Jean MESSI², Dorothea BRÜCKNER³

1: Université de Ngaoundéré, Laboratoire de Zoologie, BP 454 Ngaoundéré, Cameroun

2: Université de Yaoundé I, Laboratoire de Zoologie, BP 812 Yaoundé, Cameroun

3: Forschungsstelle für Bienenkunde, Universität Bremen, FB2, Postfach 330440, 28334 Bremen, Germany

*: Correspondant (Tel.: (237) 99 86 93 50 ; E-mail: nt.foho@gmail.com)

RESUME

Afin de déterminer la valeur apicole de *Helianthus annuus* L. (Asteraceae) et d'évaluer l'impact de *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera: Apidae) sur les rendements en graines de *H. annuus* au Cameroun, les activités de butinage et de pollinisation des fleurons par les abeilles ont été observées dans la région de Ngaoundéré. De septembre à novembre, en 2004 et 2006 respectivement, 66 et 104 capitules divisés en deux lots selon la présence ou l'absence de protection de ces capitules vis-à-vis des insectes ont été étiquetés. Les rythmes journaliers, le comportement de butinage de l'abeille domestique sur les fleurs, l'indice de fructification et le pourcentage des akènes avec graine des capitules marqués ont été évalués. Les résultats ont montré que *A. m. adansonii* butinait *H. annuus* toute la journée et pendant toute la période de floraison de cette plante. Sur les fleurons de tournesol, les ouvrières récoltaient intensément et régulièrement le pollen et le nectar. Le plus grand nombre moyen d'ouvrières simultanément en activité sur un capitule était de 14 en 2004 et 15 en 2006. La vitesse moyenne de butinage a été de 24,70 fleurons par minute en 2004 et de 24,04 fleurons par minutes en 2006. Les données obtenues indiquent que *H. annuus* est une plante apicole fortement nectarifère et fortement pollinifère. Le pourcentage des akènes avec graine des infrutescences issues des capitules non protégés des insectes était significativement supérieur à celui des infrutescences issues des capitules protégés des insectes. La contribution numérique de *A. m. adansonii* dans les rendements en graine a été de 62,07 % en 2004 et 74,70 % en 2006. L'installation des colonies de *A. m. adansonii* dans les plantations de tournesol est recommandée pour augmenter la production du miel, du pollen et des graines.

Mots clés: *Apis mellifera adansonii*, *Helianthus annuus*, plante apicole, butinage, pollinisation.

ABSTRACT

To determine the apicultural value of *Helianthus annuus* L. (Asteraceae) and to evaluate *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera: Apidae) impact on seeds yields of *H. annuus* species in Cameroon, bee foraging and pollination activities were observed in the area of Ngaoundere. From September to November, in 2004 and 2006 respectively, 66 and 104 capitula divided in two lots differentiated according to the presence or absence of the capitula protection regarding insect visits were labelled. The honey bee's daily rhythm of activity, its foraging behaviour on flowers and the percentage of fruits with seeds were evaluated. Results showed that *A. m. adansonii* foraged on sunflower all day long and throughout the whole blooming period of this plant. Worker bees intensely harvested pollen and nectar. The greatest number of workers foraging simultaneously was 14 per capitula in 2004 and 15 per capitula in 2006. The mean foraging speed was 24.70 florets/min in 2004 and 24.04 florets/min in 2006. Data obtained allow the classification of *H. annuus* as a highly nectariferous and highly polliniferous bee plant. The percentage of fruits with full seeds of unprotected capitula was significantly higher than that of capitula protected from insects. *A. m. adansonii* contributed 62.07 % and 74.70 to the seeds yields in 2004 and 2006 respectively. The installation of *A. m. adansonii* colonies in the plantation of sunflower should be recommended to increase honey, pollen and seeds production.

Key words : *Apis mellifera adansonii*, *Helianthus annuus*, bee plant, pollination, foraging.

INTRODUCTION

Apis mellifera est l'abeille qui produit les plus grandes quantités de miel dans le monde [1, 2, 3]. Cette abeille se nourrit principalement de nectar et de pollen qu'elle récolte au niveau des fleurs visitées [4].

Dans la littérature, il existe très peu de données sur les relations entre les insectes floricoles et les plantes poussant au Cameroun [5, 6]. Pourtant il est connu que les insectes anthophiles en général et les abeilles *Apis mellifera* en particulier augmentent les rendements en fruits ou en

graines de plusieurs espèces végétales, via la pollinisation des fleurs au cours de leur activité de butinage [2, 5, 6, 7, 8, 9].

Les graines de *Helianthus annuus* sont recherchées pour l'extraction d'huile alimentaire utilisée notamment pour combattre le diabète et l'hypertension artérielle [10]. Au Cameroun, la demande en huile de tournesol semble forte et ses rendements en akènes avec graine sont faibles. A notre connaissance, les quelques résultats publiés au terme des études approfondies menées sur la pollinisation de *H. annuus* par les insectes sont ceux effectués au Soudan [11], en Europe et en Amérique [7] puis au Pakistan [12]. Toutes ces investigations ont été faites hors du Cameroun. Or l'activité et la diversité des insectes floricoles d'une plante varient avec les régions [6, 12].

L'objectif général de cette recherche menée à Ngaoundéré en 2004 et 2006 est de contribuer à la maîtrise des relations entre *H. annuus* et ses insectes floricoles. Les objectifs spécifiques inclus : (a) l'étude de l'activité de *A. m. adansonii* sur les capitules de *H. annuus*; (b) l'estimation de la valeur apicole de cette astéracée; (c) l'évaluation de l'impact de l'abeille domestique sur la pollinisation et les rendements en graines de l'astéracée.

MATERIEL ET METHODES

Site et matériel biologique

Les travaux ont été réalisés de septembre à novembre, en 2004 et en 2006 à Dang, village de l'arrondissement de Ngaoundéré 3ème, département de la Vina, région de l'Adamaoua. Cette région appartient à la zone écologique dite des hautes savanes guinéennes. Le climat est caractérisé par deux saisons : une saison des pluies (avril à octobre) et une saison sèche (novembre à mars). La pluviométrie annuelle est d'environ 1500 mm. La température moyenne annuelle est de 22° C et l'hygrométrie moyenne de 70 %

La station d'étude est une aire circulaire de 1500 m de rayon centrée sur une ruche kenyane expérimentale colonisée par les abeilles *A. m. adansonii*, la seule abeille domestique présente dans la région. La ruche est installée au point de latitude 7°24,949'N, de longitude 13°32,870'E et d'altitude 1093 m. Le choix de ce rayon tient au fait qu'il est considéré comme le rayon d'action optimale des abeilles domestiques autour de leur ruche. La parcelle expérimentale est un champ de

140 m² de surface. En 2004, 41, 42 et 29 colonies de *A. m. adansonii* étaient présentes dans la station d'étude en septembre, octobre et novembre respectivement. En 2006, les chiffres correspondants étaient de 27, 28 et 31 colonies. Les colonies d'abeilles les plus proches de la parcelle expérimentale étaient situées à 600 m en 2004 et à 4 m en 2006. La végétation était représentée par les espèces naturelles de la savane et des galeries forestières.

Le matériel végétal était représenté par les graines de tournesol provenant d'une plantation de Ngaoundéré.

Méthodes

Semis

Le 8 juillet 2004 et le 25 juin 2006, la parcelle expérimentale étant préalablement labourée, le semis a été fait sur 10 lignes. Les akènes ont été semés en poquets, à raison de deux akènes par poquet. L'espacement était de 40 cm sur les lignes et 50 cm entre les lignes.

Étude de l'activité des abeilles sur les fleurs de *H. annuus*

Le 5 septembre 2004, 66 capitules de *H. annuus* à fleurons au stade bouton ont été étiquetés et deux lots constitués : - lot 1 fait de 33 capitules libres ; - lot 2 fait de 33 capitules protégés délicatement à l'aide des sachets en toile gaze. Le 24 août 2006, 104 capitules de tournesol à fleurons au stade bouton ont été marquées et deux lots constitués : - lot 3 fait de 50 capitules libres; - lot 4 fait de 50 capitules protégés délicatement à l'aide des sachets en toile gaze.

Les observations ont été effectuées une fois tous les deux jours, du 13 septembre au 14 novembre 2004 et du 28 août au 19 octobre 2006, selon six tranches horaires : 7 - 8 h, 9 - 10 h, 11 - 12 h, 13 - 14 h, 15 - 16 h et 17 - 18 h. Les différents insectes rencontrés sur les fleurs étaient comptés à chacune de ces tranches horaires. Les données obtenues ont permis de déterminer la fréquence des visites de *A. m. adansonii* sur les capitules de *H. annuus*.

Les produits floraux (nectar et/ou pollen) prélevés par cette abeille ont été notés pendant les mêmes dates et tranches horaires que le comptage des insectes. La durée des visites et la vitesse de butinage (nombre de fleurs visitées par minute [13]) étaient chronométrées aux mêmes dates et selon cinq tranches horaires : 8 - 9 h, 10 - 11 h, 12 - 13 h, 14 - 15 h et 16 - 17 h. Les abondances

(plus grands nombres d'individus simultanément en activité) par fleuron et par capitule ont été enregistrées à la suite des comptages directs, aux mêmes dates et tranches horaires que l'enregistrement de la durée des visites.

Détermination de la concentration en sucres totaux du nectar de *H. annuus*

Ce paramètre a été enregistré grâce à un réfractomètre portable (0 – 90° Brix) muni d'un thermomètre qui donne la température ambiante. Le nectar de *H. annuus* n'étant pas directement accessible à l'homme, des butineuses de *A. m. adansonii* en pleine activité de récolte du nectar ont été capturées sur les fleurons de cette astéracée. Les individus ainsi récoltés ont été anesthésiés par introduction dans un flacon contenant du coton imbibé de chloroforme. Ensuite, par des pressions exercées sur l'abdomen placé entre le pouce et l'index, le nectar du jabot était alors expulsé et sa concentration en sucres totaux mesurée. La concentration en sucres totaux du nectar a été enregistrée les 21, 23 et 25 septembre 2004, les 3 et 5 octobre 2004, les 21, 23, 25, 27 et 29 septembre 2006 et les 1^{er}, 3 et 5 octobre 2006, pendant les mêmes tranches horaires que celles de l'enregistrement de la durée des visites, à raison de 1 à 6 valeurs par tranche horaire.

Estimation de la valeur apicole de *H. annuus*

Comme pour d'autres plantes [2, 3, 4, 14], la valeur apicole de *H. annuus* a été évaluée à l'aide principalement des données sur l'intensité de floraison de *H. annuus* et l'attractivité du nectar et du pollen de cette astéracée vis-à-vis des ouvrières de *A. m. adansonii*.

Evaluation de l'impact des insectes anthophiles sur les rendements de *H. annuus*

La contribution numérique (G_i) des insectes floricoles dans la formation des akènes avec graine est :

$G_i = \{[(p_x - p_y) / p_x] \times 100\}$ où p_x et p_y sont les pourcentages des akènes avec graine dans les lots x (capitules sans protection) et y (capitules protégés) [6]. La contribution numérique de *A. m. adansonii* (G_a) dans la formation des akènes avec graine est : $G_a = [G_i \times (Va / 100)]$ où Va est le pourcentage des visites de *A. m. adansonii* sur les capitules des lots 1 et 3 [6].

RESULTATS ET DISCUSSION

Activité de *A. m. adansonii* sur les fleurs de *H. annuus*

Fréquence saisonnière des visites

Pendant 32 et 27 jours des périodes de floraison de 2004 et 2006, 12051 et 14628 visites de 46 et 54 espèces d'insectes ont été comptées sur les fleurons de 33 et 50 capitules de *H. annuus* respectivement. *A. m. adansonii*, avec 7682 et 12457 visites réparties sur 32 et 27 jours, soit 63,7 % et 84,69 % de l'ensemble des visites dénombrées en 2004 et 2006 respectivement, a été l'insecte le plus fréquemment observé quel que soit l'année d'étude.

La différence entre ces deux pourcentages est très hautement significative ($\chi^2 = 1637,23$; $ddl = 1$; $P = 0,001$).

Substances florales prélevées

Au cours de chacune des périodes de floraison de *H. annuus*, les ouvrières de *A. m. adansonii* ont régulièrement récolté beaucoup de nectar alors que le prélèvement de pollen a été moins fréquent : sur 7682 visites dénombrées sur les capitules du lot 1, 4721 (soit 61,46 %) ont correspondu au prélèvement du nectar, 603 (7,85 %) ont été destinées pour la récolte exclusive du pollen et 2358 (30,69 %) ont permis de prélever à la fois du nectar et du pollen ; sur 12973 visites du lot 3, 7840 (65,06 %) ont permis de récolter du nectar exclusivement, 824 (6,84 %) pour le prélèvement du pollen exclusivement et 3386 (28,10 %) pour la récolte simultanée du nectar et du pollen.

Rythme de visites selon les étapes de la floraison

Les abeilles étaient d'autant plus nombreuses sur la parcelle expérimentale que le nombre de capitules porteurs de fleurons épanouis était plus élevé. La corrélation entre le nombre total de capitules porteurs de fleurons épanouis et le nombre de visites de *A. m. adansonii* s'est révélée positive et significative aussi bien en 2004 ($r = 0,93$; $ddl = 30$; $P < 0,01$) qu'en 2006 ($r = 0,83$; $ddl = 25$; $P < 0,01$).

Rythme journalier de visites

A. m. adansonii a butiné les fleurs de *H. annuus* toute la journée. Dans l'ensemble, l'activité de l'abeille a été plus importante entre 7 et 18 h. Les pics d'activité se situent dans les plages horaires de 9 à 10 h, puis de 15 à 16 h (tableau 1).

Tableau 1 : Distribution des visites de *Apis mellifera adansonii* sur les capitules de *Helianthus annuus* au cours de la journée selon les années et suivi sur 32 jours en 2004 puis 27 jours en 2006.

Années	Visites	Périodes journalières					
		7 à 8 h	9 à 10 h	11 à 12 h	13 à 14 h	15 à 16 h	17 à 18 h
2004	Nombre	1624	3576	673	497	948	364
	Pourcentage (%)	21,14	46,55	8,76	6,47	12,34	4,74
2006	Nombre	2482	5471	976	903	2508	633
	Pourcentage (%)	19,13	42,17	7,52	6,96	19,33	4,88

La récolte de nectar s'est étalée sur toute la journée, alors que celle du pollen s'est effectuée surtout dans la matinée.

Les conditions climatiques ont influencé l'activité des abeilles en champ de tournesol : en 2004, la corrélation s'est révélée négative et significative ($r = -0,45$; $ddl = 30$; $P < 0,5$) entre le nombre de visites de *A. m. adansonii* et la température, puis positive et significative ($r = 0,53$; $ddl = 30$; $P < 0,5$) entre le nombre de visites et l'humidité relative de l'air.

Abondance des butineuses

En 2004, le plus grand nombre moyen d'ouvrières de *A. m. adansonii* simultanément en activité a été de 1 par fleur ($n = 75$; $s = 0$) et 6,03 par capitule ($n = 30$; $s = 3,50$; $maxi = 14$). En 2006, les chiffres correspondants ont été de 1 ($n = 50$; $s = 0$) et 8,08 ($n = 50$; $s = 4,05$; $maxi = 15$). La différence entre les nombres moyens de butineuses par capitule de 2004 et 2006 est significative ($t = 2,39$; $ddl = 78$; $P < 0,05$).

Durée des visites par fleur

La durée moyenne d'une visite de *A. m. adansonii* sur les fleurs de *H. annuus* a varié significativement en fonction de la substance prélevée (pour 2004: $t = 8,58$; $ddl = 176$; $P < 0,001$; pour 2006: $t = 7,47$; $ddl = 475$; $P < 0,001$). En 2004, la visite a duré en moyenne 2,13 sec ($n = 147$; $s = 1,06$) avec un temps de présence maximale de 5 sec pour la récolte du nectar, contre 1,10 sec ($n = 31$; $s = 0,46$) avec un temps de présence maximale de 3 sec pour le prélèvement du pollen. En 2006, les chiffres correspondants ont été de 2,15 sec ($n = 375$; $s = 0,46$) avec un maximum de 7 sec pour le nectar, contre 1,68 sec ($n = 102$; $s = 0,57$) avec un maximum de 3 sec pour le pollen. La différence entre les durées de visites de récolte du pollen de 2004 et de 2006 est très hautement significative ($t = 5,80$; $ddl = 131$; $P < 0,001$).

Vitesse de butinage

Sur un capitule de *H. annuus*, une ouvrière de *A. m. adansonii* a visité de 9 à 46 fleurs/min en 2004 et 9 à 60 fleurs/min en 2006. La vitesse moyenne de butinage a été de 24,70 fleurs/min ($n = 177$; $s = 7,42$) en 2004 et de 24,04 fleurs/min ($n = 624$; $s = 8,86$) en 2006. La différence entre ces moyennes n'est pas significative ($t = 0,66$; $ddl = 799$; $P > 0,05$).

Influence de la flore avoisinante

Pendant la période où ont été conduites nos observations, d'autres espèces végétales situées à proximité du champ de *H. annuus* ont été également visitées pour le nectar (ne) et/ou le (po) de leurs fleurs par les ouvrières de *A. m. adansonii*. Parmi ces plantes, il y avait : *Ageratum conyzoides* (ne + po), *Bidens pilosa* (ne + po), *Tithonia diversifolia* (ne), *Pennisetum violaceum* (po) et *Solanum nigrum* (po). Cependant, lors des voyages de butinage, aucun passage des butineuses de *A. m. adansonii* de l'une de ces plantes à un pied de tournesol et vice versa n'a été observé.

Concentration en sucres du nectar de *H. annuus*

La concentration en sucres totaux du nectar de *H. annuus* a été de 37,12 % ($n = 54$; $s = 2,28$) en 2004 et de 44,51 % ($n = 42$; $s = 5,06$) en 2006.

Les conditions climatiques ont significativement influencé la concentration en sucres du nectar de *H. annuus* en 2004 (tableau 2) : la corrélation entre la concentration en sucres totaux du nectar et la température ambiante a été positive ($r = 0,83$; $ddl = 4$; $P < 0,05$) et significative alors que la corrélation entre cette concentration et l'humidité relative de l'air s'est révélée négative et significative ($r = -0,83$; $ddl = 4$; $P < 0,05$).

Pour 2006 (tableau 2) : la corrélation entre la concentration en sucres totaux du nectar et la température ambiante a été positive mais non significative ($r = 0,20$; $ddl = 4$; $P > 0,05$) alors que

la corrélation entre cette concentration et l'humidité relative de l'air s'est révélée négative et non significative ($r = -0,08$; $ddl = 4$; $P > 0,05$).

Valeur apicole de *H. annuus*

Pendant les deux périodes de floraison de *H. annuus*, nous avons noté une activité très élaborée des ouvrières de *A. m. adansonii* sur les fleurs. En particulier, il y avait une forte fréquence journalière et saisonnière des visites, une densité élevée des butineuses par capitules, une très bonne récolte de nectar, une bonne récolte de pollen et une fidélité des ouvrières aux fleurs. Par ailleurs, les observations en champ montrent que chaque pied de tournesol peut produire un à deux capitules et un capitule peu contenir plus de 2000 fleurons fertiles ayant chacun cinq étamines qui produisent une grande quantité de pollen aisément accessible aux abeilles. De plus d'après nos investigations, pendant trois à quatre jours, chaque fleuron de *H. annuus* produit du nectar qui est riche en sucres (jusqu'à 54,38 %) et facilement récoltable par les ouvrières de *A. m. adansonii* (Longueur de la langue de *A. mellifera*: 5,5 à 7 mm ; diamètre de l'orifice du tube corollaire d'un fleuron de *H. annuus*: $m = 2,02$ mm ; $s = 0,30$; $n = 40$; profondeur du tube corollaire d'un fleuron: $m = 3,44$ mm ; $s = 0,60$; $n = 40$). Ces données mettent en évidence la bonne attractivité du nectar et du pollen de *H. annuus* vis-à-vis de *A. m. adansonii*. Elles permettent de classer cette astéracée parmi les plantes apicoles très

fortement nectarifères et fortement pollinifères. D'ailleurs, 342 grains de pollen de *H. annuus* ont été dénombrés dans un échantillon de miel récolté à Dang en 2007.

Impact de *Apis mellifera adansonii* sur la pollinisation et les rendements grainiers de *H. annuus*

Pendant la récolte du nectar sur les fleurons, les butineuses de *A. m. adansonii* sont toujours en contact avec le stigmate et les anthères. Elles augmentent donc fortement les possibilités de pollinisation de *H. annuus*.

La comparaison deux à deux des pourcentages d'akènes avec graine (tableau 3) montre que les différences observées sont très hautement significatives entre les lots 1 et 2 ($\chi^2 = 39814,55$; $ddl = 1$; $P < 0,001$), les lots 3 et 4 ($\chi^2 = 51063,18$; $ddl = 1$; $P < 0,001$) et les lots 1 et 3 ($\chi^2 = 251,11$; $ddl = 1$; $P < 0,001$). Par suite :

- en 2004, le rendement des capitules en libre pollinisation (lot 1) a été plus élevé que celui des capitules protégés (lot 2) ;
- en 2006, le rendement des capitules en libre pollinisation (lot 3) a été plus élevé que celui des capitules protégés (lot 4) ;
- les capitules les plus proches des colonies de *A. m. adansonii* (lot 3) ont été plus productifs que les capitules plus éloignés des colonies de cette abeille (lot 1).

Tableau 2 : Distribution de la concentration en sucres totaux du nectar (TSN) de *Helianthus annuus* au cours de la journée selon les années.

Années	Paramètres enregistrés	Périodes journalières					
		7 à 8 h	9 à 10 h	11 à 12 h	13 à 14 h	15 à 16 h	17 à 18 h
2004	TSN (%)	35,49	37,24	37,19	39,18	37,76	35,52
	Température (°C)	23,70	29,24	30,25	31,17	30,08	27,70
	Hygrométrie (%)	72,41	63,28	57	52,13	54,72	61,78
2006	TSN (%)	43,12	46,58	42,08	45,08	43,20	45,15
	Température (°C)	24	28,25	29	28,81	26,70	25,42
	Hygrométrie (%)	73,52	65,38	60,76	59,62	64,15	67,37

TSN : concentration en sucres totaux du nectar. Pour 2004, la température, l'hygrométrie et la concentration en sucres totaux représentent les moyennes de 5 observations par jour, pendant 5 jours. Pour 2006, la température, l'hygrométrie et la concentration en sucres totaux de 2006 représentent les moyennes de 5 observations par jour, pendant 8 jours.

Tableau 3 : Pourcentage des akènes avec graines selon les lots de *H. annuus* en 2004 et 2006

Numéro du lot considéré	Caractéristiques du lot	NCE	NTA	Akènes avec graines	
				Nombre	%
1	Capitules non protégés en 2004	33	39559	27598	69,76
2	Capitules protégés en 2004	33	39720	732	1,84
3	Capitules non protégés en 2006	50	43238	32297	74,70
4	Capitules protégés en 2006	50	46254	797	1,72

NCE : Nombre de capitules étudiés ; NTA : Nombre total d'akènes

En 2004, le pourcentage des akènes avec graines dû à l'action des insectes (% *Gi* pour 2004) a été de 97,36 %. En 2006, ce taux (% *Gi* pour 2006) a été de 97,54 %. Pour l'ensemble des capitules étudiés, le pourcentage des akènes avec graines attribuables à l'influence des insectes a été de (% *Gi*) = $\{[(\% \text{ } Gi \text{ pour } 2004) + (\% \text{ } Gi \text{ pour } 2006)]/2\} = 97,45 \%$.

La contribution de *A. m. adansonii* dans la production des graines de tournesol a été de 62,07 en 2004, 82,61 % en 2006 et 72,34 pour les deux années d'étude cumulées. La différence entre la contribution numérique de l'abeille domestique africaine dans la production des graines de tournesol en 2004 et 2006 est hautement significative ($\chi^2 = 3\,396,07$; $ddl = 1$; $P < 0,001$)

L'influence de *A. m. adansonii* sur le rendement en grains du tournesol a donc été positive. Une corrélation positive et hautement significative a d'ailleurs été mise en évidence entre le nombre d'akènes avec graine et le nombre de visites de *A. m. adansonii* sur les fleurons de *H. annuus*, aussi bien en 2004 ($r = 0,98$; $ddl = 31$; $P < 0,05$) qu'en 2007 ($r = 0,59$; $ddl = 48$; $P < 0,05$).

DISCUSSION

Activité de *A. m. adansonii* sur les fleurons de *H. annuus* et valeur apicole de l'astéracée

Nous avons trouvé que l'abeille domestique est le principal insecte floricole de *H. annuus*. Ce résultat est en accord avec les observations faites au Soudan par Ahmed *et al.* [11]. La différence significative entre les pourcentages de visites de cette abeille pour les différentes années d'études s'expliquerait par la stratégie de butinage économe de *A. mellifera* qui consiste à recruter plus de butineuses pour exploiter la ressource alimentaire intéressante la plus proche de la colonie [15, 16]. Ce recrutement aurait certainement pour conséquence la limitation du nombre de visites des autres espèces d'insectes

dû à l'occupation de la majorité des fleurons épanouis par *A. m. adansonii*.

La visite de *H. annuus* comme source de nectar et de pollen par *A. mellifera* a été également notée en Arizona [17] et au Brésil [18]. En Argentine, Basualdo *et al.* [19, 20] ont aussi signalé la collecte de pollen de cette Asteraceae par les abeilles mellifères. Au Brésil, Paiva *et al.* [18] ont montré que les ouvrières de *A. mellifera* qui visitent les fleurs de *H. annuus* sont en majorité des butineuses de nectar (69,39 %), ce qui est conforme à nos données.

Nous avons mis en évidence deux pics d'activité de *A. mellifera* sur les capitules de *H. annuus* dont l'un dans la matinée et l'autre dans l'après-midi. Ce résultat n'est pas en accord avec les données obtenues en Argentine et au Brésil [18] qui indiquent que le pic d'activité de *A. mellifera* sur les capitules de *H. annuus* est situé dans l'après-midi exclusivement. Les pics de visites serait liés aux périodes de plus grande disponibilité du nectar et/ou du pollen au niveau des fleurons de *H. annuus*, périodes qui dépendraient de la région. La forte abondance des butineuses par capitules et la corrélation positive et significative entre le nombre de visites de *A. m. adansonii* et le nombre de capitules de *H. annuus* porteurs de fleurons épanouis mettent en évidence l'attractivité élevée du nectar et/ou du pollen de cette Asteraceae vis-à-vis de l'abeille mellifère africaine. L'attractivité du nectar de *H. annuus* étudiée pourrait s'expliquer en partie par sa concentration en sucres totaux (40,82 % en moyenne) qui est forte, vue la gamme de 15 à 75 % dans laquelle se situent la concentration en sucres de plusieurs espèces végétales [21]. Il est connu que la butineuse de *A. mellifera* ne pourrait pas permettre à sa colonie d'obtenir un gain net en énergie, si la concentration en sucres du nectar récolté est inférieure à 20 % [7] ou 30 % [21]. Considérant ces limites, les butineuses de *A. m. adansonii* peuvent certainement permettre à

leur colonie de gagner beaucoup d'énergie lorsqu'elles prélèvent le nectar de *H. annuus*.

La forte densité de butineuses et la corrélation positive et significative entre le nombre de visites et le nombre de fleurs et les pics de visites sont liés à la faculté que possèdent les abeilles mellifiques de recruter un grand nombre de butineuses pour exploiter une source alimentaire intéressante [15, 16, 22].

Le temps de visites plus long observé pour la récolte du nectar par rapport à celui du prélèvement du pollen pourrait s'expliquer par l'accessibilité de chacune de ces substances. Le pollen est produit par les anthères qui sont situés au dessus du filet des étamines et sont de ce fait facilement accessibles à l'abeille ; en revanche, le nectar se trouve dans le tube corollaire, entre la base du style et des étamines et est de ce fait difficilement accessible.

L'absence de passages des butineuses de *H. annuus* à une autre espèce végétale avoisinante et vice versa prouve que les ouvrières butineuses de fleurs de *H. annuus* étaient fidèles à cette astéracée. Ce phénomène est dénommé « constance florale » [16, 19, 23]. Il serait lié à la forte concentration en sucres du nectar de *H. annuus*. En effet, il est connu que les ouvrières de *A. mellifera* sont généralement constantes sur une espèce végétale lorsque la concentration en sucres de son nectar est supérieure à 15 % [7]. Aux USA, par exemple, il a été observé que certaines ouvrières de *A. mellifera* étaient constantes sur les fleurs d'un avocatier pendant au moins 24 h, cette constance étant due à la forte concentration en sucres du nectar (42–46 %) de la lauracée [24].

Dans l'ensemble, l'activité de *A. m. adansonii* sur les fleurs de *H. annuus* a été plus intense en 2006 qu'en 2004. La plus forte activité enregistrée en 2006 pourrait se justifier par le fait que lors des recherches de cette année, les colonies d'abeilles étaient plus proches de la parcelle expérimentale (5 m) qu'en 2004. *A. m. adansonii* semble ainsi adopter une stratégie de butinage économe en exploitant au maximum les sources de nectar et de pollen les plus proches de la ruche, comme l'ont signalé Louveaux [16] et Roubik [25] pour l'abeille mellifère européenne.

En tant que plante apicole très fortement nectarifère et fortement pollinifère, *H. annuus* peut être cultivée et protégée au Cameroun pour accroître la production du miel et du pollen comme produit de la ruche, et pour stabiliser les

colonies de *A. m. adansonii* pendant la saison pluvieuse et au début de la saison sèche.

Impact de l'activité de *A. m. adansonii* sur la pollinisation et le rendement de *H. annuus*.

Du fait que les ouvrières de *A. m. adansonii* sont toujours en contact avec les stigmates d'un capitule lors de la récolte du pollen ou du nectar, elle peuvent provoquer une autopolinisation, en appliquant le pollen d'un capitule sur ses stigmates. Ceci est d'autant plus probable que l'autogamie a déjà été mise évidence chez *H. annuus* [7, 26, 27].

Les ouvrières de *A. m. adansonii* transportent le pollen de capitule en capitule à l'aide notamment de leur fourrure, de leurs pattes et de leurs pièces buccales. Elles peuvent en conséquence transporter le pollen d'un capitule d'un pied de tournesol donné sur les stigmates d'un autre capitule de la même plante (geitonogamie) ou mettre ce pollen sur les stigmates d'un capitule produit par un autre individu (xénogamie). Cette dernière forme de pollinisation est d'autant plus probable que l'allogamie est prépondérante chez le tournesol [7, 26, 27].

L'intervention des ouvrières de *A. m. adansonii* dans la pollinisation de *H. annuus* est d'autant plus vraisemblable que leur densité par capitule et leur vitesse de butinage sont élevées. De plus, leur période journalière d'intense activité qui est située dans la matinée coïncide avec la période de réceptivité optimale des stigmates de *H. annuus* [7].

La contribution positive et significative de *A. m. adansonii* dans le rendement en graine de *H. annuus* se justifie ainsi par l'action des butineuses sur l'autopolinisation et principalement sur la pollinisation croisée des fleurons visités. Ce résultat est en accord avec ceux obtenus au Soudan [11] et au Brésil [18] qui montrent que les pieds de *H. annuus* isolés des abeilles et d'autres insectes floricoles ont une très faible production grainière, du fait de l'insuffisance de la pollinisation de leurs fleurons.

Le plus fort rendement enregistré dans les lots en libre pollinisation et la corrélation positive et hautement significative entre le nombre d'akènes avec graine et le nombre de visites de d'insectes floricoles en générale, et de *A. m. adansonii* en particulier pourrait se justifier par l'importance pollinisatrice de ces insectes. Le plus fort rendement enregistré en 2006 pourrait s'expliquer par le fait que pendant les investigations de cette

année, les colonies de *A. m. adansonii* étaient plus proches de la parcelle expérimentale qu'en 2004.

CONCLUSION

Au Cameroun, *H. annuus* est une plante apicole très fortement nectarifère et fortement pollinifère qui bénéficie de la pollinisation par les insectes parmi lesquels *A. m. adansonii* est de loin le plus important.

La comparaison du rendement en graine des capitules en libre pollinisation à celui des capitules protégés des insectes dans un champ de Dang a mis en évidence une augmentation significative du nombre d'akènes avec graine de 72,34 % due à *A. m. adansonii*.

Ainsi, *H. annuus* doit être davantage cultivé au Cameroun pour augmenter la production du miel et du pollen comme produit de la ruche, et pour stabiliser les colonies d'*A. m. adansonii* pendant la saison pluvieuse et au début de la saison sèche.

L'installation des colonies d'*A. m. adansonii* à proximité des champs de tournesol doit être recommandée aux agriculteurs et horticulteurs camerounais, pour accroître la production des graines.

Les traitements phytosanitaires sont à éviter en champ de tournesol pendant la période de floraison, afin de ne pas menacer les pollinisateurs. En cas de nécessité le choix des pesticides chimiques les moins toxiques pour les abeilles ou l'utilisation de la lutte intégrée s'imposent notamment pour la protection de *A. m. adansonii*.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les experts anonymes pour leurs commentaires sur le manuscrit.

REFERENCES

1. Pesson P. et Louveau J., 1984. *Pollinisation et production végétales*. INRA, Paris, 663 P.
2. Tchuenguem Fohouo F.-N., Messi J., Brückner D., Bouba B. and Mbofung G., 2004. Foraging and pollination behaviour of the African honey bee (*Apis mellifera adansonii*) on *Callistemon rigidus* flowers at Ngaoundere (Cameroun). *Journal of the Cameroon Academy of Sciences*, 4(2): 133-140.
3. Tchuenguem Fohouo F.-N., Djonwangwé D. and Brückner D. 2008. Foraging behaviour of the african honey bee (*Apis mellifera adansonii*) on *Annona senegalensis*, *Croton*

macrostachyus, *Psorospermum febrifugum* and *Syzygium guineense* var. *guineense* at Ngaoundéré (Cameroun). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11(5): 719-725.

4. Riedacker A., 1996. Des plantes qui indiquent ce que nous ne voyons pas. *L'abeille de France*. 515: 205.
5. Tchuenguem Fohouo F.-N., Djonwangwé D. Messi J. et Brückner D. 2007. Exploitation des fleurs de *Entada africana*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Psidium guajava* et *Trichillia emetica* par *Apis mellifera adansonii* à Dang (Ngaoundéré, Cameroun). *Cameroon Journal of Experimental Biology*, 3(2): 50-60.
6. Tchuenguem Fohouo F.-N., 2005. Activité de butinage et de pollinisation d'*Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera: Apidae, Apinae) sur les fleurs de trois plantes à Ngaoundéré (Cameroun): *Callistemon rigidus* (Myrtaceae), *Syzygium guineense* var. *macrocarpum* (Myrtaceae) et *Voacanga africana* (Apocynaceae). Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Yaoundé I, 103 P.
7. 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.
8. Fluri P. et Frick R., 2005. L'apiculture en Suisse : état et perspectives. *Revue Suisse d'Agriculture*, 37(2): 81-86.
9. Sabbahi R., De Oliveira D. & Marceau J. 2005. Influence of honey bee (Hymenoptera: Apidae) density on the production of canola (Crucifera: Brassicaceae). *Journal of Economic Entomology*, 98 (2): 367-372.
10. Degre S., 1993. Le cholestérol et les habitudes alimentaires. *Fondation pour la Chirurgie Cardiaque, Bruxelles*, 16 P. www.hopitalerasme.org.
11. Ahmed H.M.H., Siddig M.A. and El-Sarrag M.S.A., 1989. Honeybee pollination of some cultivated crops in Sudan. In : "Proc. 4th Int. Conf. Apic. Trop. Climates", Cairo: 100-108.
12. Roubik D. W., 2000. Pollination system stability in Tropical America. *Conservation biology* 14(5): 1235-1236.
13. Jacob-Remacle A. 1989. Comportement de butinage de l'abeille domestique et des abeilles sauvages dans des vergers de pommiers en Belgique. *Apidologie*, 20: 271-285.

14. Guerriat H., 1996. Etre performant en apiculture. Guerriat (ed.), Daussois, 416 P.
15. Frisch K. Von, 1969. Vie et moeurs des abeilles. A. Michel (ed.), Paris, 556 P.
16. Louveaux J., 1984. L'abeille domestique dans ses relations avec les plantes cultivées. In: "Pollinisation et productions végétales"; Pesson P. & Louveaux J. (eds), INRA, Paris : 527-555.
17. De Grandi-Hoffman G. and Watkins C., 2000. The foraging activity of honey bees *Apis mellifera* and non-*Apis* bees on hybrid sunflowers (*Helianthus annuus*) and its influence on cross-pollination and seed set. *Journal of Apicultural Research*, 39(1-2): 37-45.
18. Paiva G. J., Terada Y. and Toledo V. A. A., 2002. Behavior of *Apis mellifera* L. Africanized honeybees in sunflower (*Helianthus annuus* L.) and evaluation of *Apis mellifera* L. colony inside covered area of sunflower. *Maringá*, 24(4): 851-855.
19. Basualdo M., Bedascarrasbure E. and De Jong D., (2000). Africanized honey bees (Hymenoptera : Apidae) have a greater fidelity to sunflowers than European bees. *Journal of Economic Entomology*, 93: 304-307.
20. Basualdo M., Rodríguez E. M., Bedascarrasbure E. and De Jong D., 2007. Selection and estimation of the heritability of sunflower (*Helianthus annuus*) pollen collection behavior in *Apis mellifera* colonies. *Genetics and Molecular Research* 6(2): 274-281.
21. Proctor M., Yeo P. and Lack A., 1996. The natural history of pollinisation. Corbet S. A., Walters S. M., Richard W., Streeter D. and Ratcliffe D. A. (eds), Harper Collins, 462 P.
22. Schneider S.S. and Hall H.G., 1997. Diet selection and foraging distances of African and European-African hybrid honey bee colonies in Costa Rica. *Insectes sociaux*, 44: 171-187.
23. Backhaus W., 1993. Color vision and color choice behaviour of the honey bee. *Apidologie*, 24: 309-331.
24. Valdeyron G., 1984. Production de semences pour quelques plantes de grandes cultures: Céréales, graminées fourragères, betterave à sucre. In: "Pollinisation et productions végétales"; Pesson P. et Louveaux J. (eds), INRA, Paris: 143-330.
25. Roubik D.W., 1989. *Ecology and natural history of tropical bees*. Ashton P. S., Hubbell S. P., Janzen D. H., Raven P. H. and Tomlinson P. B. (eds), Cambridge University Press, Cambridge, 514 P.
26. Crane E. and Walker P., 1984. *Pollination directory for world crops*. IBRA (ed.), London, 183 P.
27. Roubik, D.W., 1995. *Pollination of cultivated plants in the tropics*. FAO Agricultural Services Bulletin, 188, 198 P.