

Insectes associés aux fleurs de *Arachis hypogaea* L. (Fabaceae) variété Campala et leur effet sur la production des gousses et des graines à Dang et Selbé - Darang, Ngaoundéré, Cameroun

Bernice Mireille KINGHA TEKOMBO^{1*}, Moïse ADAMOU^{1,2}, MAZI SANDA¹, Gabriel MATAKONE NABAMA¹, Amendine FANTA MADI¹ et Fernand - Nestor TCHUENGUEM FOHOUE¹

¹ Université de Ngaoundéré, Faculté des Sciences, Département des Sciences Biologiques, Laboratoire de Zoologie Appliquée, BP 454 Ngaoundéré, Cameroun

² Université de Ngaoundéré, Faculté de Médecine et des Sciences Biomédicales de Garoua, BP 454 Ngaoundéré, Cameroun

* Correspondance, courriel : bernice2905@yahoo.fr

Résumé

L'objectif de ce présent travail est d'évaluer l'impact des insectes anthophiles sur la production des gousses et des graines de *Arachis hypogaea* L. (Fabaceae) var. Campala à Dang et à Selbé-Darang. Dans chaque localité, les investigations ont porté sur deux traitements différenciés par la présence ou l'absence de protection des plantes en fleurs vis-à-vis des insectes. Le comportement de butinage des insectes et leur activité pollinisatrice ont été étudiés de juin à septembre 2018. Les résultats montrent que sur 11 et 15 espèces d'insectes recensés sur les fleurs de cette Fabacée, *Ceratina* sp. 1 et *Lasioglossum* sp. 1 étaient les espèces d'insectes les plus fréquentes respectivement à Dang et à Selbé-Darang. Au niveau des fleurs, la large majorité d'insectes récoltaient intensément et exclusivement le pollen. En comparant les rendements des fleurs laissées en libre pollinisation à ceux des fleurs protégées des insectes, il apparaît une augmentation significative du taux de fructification de 19,40 %, du nombre moyen de graines par gousse de 28,79 % et du pourcentage de graines normales de 9,4 % due aux insectes floricoles. Pour améliorer les rendements en gousses et en graines de *A. hypogaea*, il est conseillé d'aménager et de préserver les sites de nidification des Apidés et des Halictidés à proximité des champs de cette plante.

Mots-clés : *Arachis hypogaea*, pollinisateurs, rendements, Dang, Selbé-Darang.

Abstract

Insects associated with *Arachis hypogaea* L. (Fabaceae) flowers variety Campala and their effect on pod and seed production at Dang and Selbé-Darang, Ngaoundéré, Cameroon

The aim of this present work is to evaluate the impact of anthophilous insects on pod and seed production of *Arachis hypogaea* L. (Fabaceae) var. Campala in Dang and Selbe-Darang. In each locality, investigations were carried out on two treatments, differentiated according to the protection of flowering plants or not against insect visits. Foraging and pollination activity of these insects were studied from June to September 2018. Results show that, among the 11 and 15 insect species recorded on flowers of this Fabaceae, *Ceratina* sp. 1 and *Lasioglossum* sp. 1 are the most frequent visitors respectively at Dang and Selbé-Darang. At the

level of flowers, the vast majority of insects intensely and exclusively harvested pollen. By comparing yields of unattended flowers to those of protected from insect visits, it appears a significant increase in fruiting rate of 19.40 %, the number of seeds per pod of 28.79 % and the percentage of normal seeds of 9.4 % due to flowering insects. To ameliorate pod and seed yields of *A. hypogaea*, the setting of nesting facilities of Apidés and Halictidés near the farms of this plant is encouraged.

Keywords : *Arachis hypogaea*, pollinators, yields, Dang, Selbé-Darang.

1. Introduction

La population mondiale et particulièrement africaine a enregistré depuis 1980, une considérable explosion démographique [1]. Cette croissance s'accompagne d'un besoin équivalent en augmentation de la production alimentaire. En Afrique subsaharienne, lorsque la récolte des céréales augmente de 1 % par an, la population s'accroît de 2,5 % environ [2]. Face à une telle situation, il est nécessaire que les programmes de développement de l'agriculture prennent en compte tous les facteurs pouvant concourir à l'augmentation des rendements incluant les insectes pollinisateurs [3]. Ces derniers figurent très rarement dans les programmes agricoles de plusieurs pays africains. Pourtant, il est bien connu que les insectes anthophiles influencent positivement la fructification et le rendement grainier des plantes visitées via la pollinisation [4]. L'arachide est une culture ayant une grande importance nutritionnelle et économique dans la plupart des régions tropicales et subtropicales [5]. La plante est cultivée pour ses graines qui servent d'aliments [6]. Au Cameroun, la demande en graines reste élevée et la production des ménages agricoles utilisant les semences améliorées passe de 3,3 % en 2009 à 2,9 % et 3,1 % en 2010 et 2011 respectivement [7]. Avant nos recherches, l'entomofaune floricole de *A. hypogaea* a été étudiée notamment au Malawi [8], en Israël [9], en Egypte [10] et au Cameroun [11-14]. Toutefois, à notre connaissance il n'existe pas de données scientifiques publiées sur les relations entre *A. hypogaea* var Campala et les insectes floricoles au Cameroun. L'entomofaune floricole et son impact sur la pollinisation et les rendements d'une plante peuvent varier dans l'espace et dans le temps [15 - 17]. Il est donc nécessaire de mener des études dans la Région de l'Adamaoua sur ladite variété d'arachide pour compléter les données existantes relative à cette espèce végétale. Le présent travail a pour objectif principal de contribuer à la maîtrise des relations entre *A. hypogaea* var. Campala et les insectes floricoles pour leur exploitation optimale. De manière spécifique, les objectifs étaient : (a) d'inventorier les insectes qui visitent les fleurs de *A. hypogaea*, (b) d'étudier l'activité de ces insectes sur les fleurs de cette Fabaceae, (c) d'estimer la valeur apicole de cette plante, (d) d'évaluer l'impact des insectes sur la pollinisation et les rendements en gousses et en graines de cette essence.

2. Matériel et méthodes

2-1. Matériel

2-1-1. Sites d'étude

Les investigations ont été menées de juin à septembre 2018 à Dang (Arrondissement de Ngaoundéré 3^{ème}) et à Selbé-Darang (Arrondissement de Ngaoundéré 1^{er}), Département de la Vina, dans la Région de l'Adamaoua au Cameroun. Cette Région appartient à la zone écologique dite des hautes savanes guinéennes [18]. Le climat est de type soudano-guinéen, doux et frais, caractérisé par deux saisons : une saison des pluies (avril à octobre) et une saison sèche (novembre à mars). La température moyenne annuelle est de 22°C et l'hygrométrie moyenne annuelle de 70 % [18].

2-1-2. Stations d'étude

Les stations d'étude étaient deux parcelles de 10 m de longueur sur 8,5 m de largeur. Ces parcelles expérimentales sont centrées sur des points dont les coordonnées géographiques sont les suivantes : latitude : 07° 42' 18,8'' N ; longitude : 013° 53' 89,7'' E ; altitude : 1035 m (Dang) et latitude : 7° 20' 16,7046'' N ; longitude : 13° 32' 51,17748'' E ; altitude : 1376 m (Selbé-Darang).

2-1-3. Matériel biologique

Le matériel animal était constitué de plusieurs espèces d'insectes naturellement présents dans l'environnement des sites d'étude et des colonies de *Apis mellifera* dont le nombre était de 52 à Dang et 02 à Selbé-Darang. La végétation était représentée par quelques espèces naturelles de la savane et des galeries forestières.

2-2. Méthodes

2-2-1. Préparation des parcelles expérimentales, semis et entretien de la culture

Du 27 avril au 08 mai 2018 à Dang, puis du 30 avril au 11 mai 2018 à Selbé-Darang, une parcelle expérimentale de 157,5 m² a été délimitée, défrichée, clôturée et labourée, puis 9 sous-parcelles de 3 m de longueur, 1,5 m de largeur et 10 cm de hauteur chacune ont été constituées. L'espacement entre les sous-parcelles était de 1 m. Le 11 mai 2018 (Dang) et le 15 mai 2018 (Selbé-Darang), les graines de *A. hypogaea* ont été semées en poquet sur dix lignes par sous-parcelle, à raison d'une graine par poquet. Les espacements sur les lignes et entre les lignes étaient de 15 cm [19]. De la germination (survenue le 17 mai 2018 à Dang et le 20 mai 2018 à Selbé-Darang) à l'épanouissement des premières fleurs (le 15 juin 2018 à Dang et le 19 juin 2018 à Selbé-Darang), les parcelles ont été régulièrement sarclées à la houe. Durant la période de floraison jusqu'à la maturation des gousses, le désherbage a été fait à la main.

2-2-2. Détermination du mode de reproduction de *Arachis hypogaea*

Le 12 juin 2018 à Dang et 19 juin 2018 à Selbé-Darang, 2400 plantes de *A. hypogaea* ont été étiquetées et deux traitements constitués :

- traitement 1 (Dang) ou 3 (Selbé-Darang) : 600 plantes laissées en libre pollinisation et sur lesquelles aucune capture d'insectes n'a été faite ;
- traitement 2 (Dang) ou 4 (Selbé-Darang) : 600 plantes protégées des insectes à l'aide des cages grillagées.

Pour chaque site d'étude et à la récolte, le nombre de gousses formées a été compté dans chaque traitement. Pour chaque traitement, l'indice de fructification (*Ifr*) a été calculé à l'aide de la **Formule** ci-après :

$$Ifr = \left(\frac{Fb}{Fa} \right) \tag{1}$$

où *Fb* est le nombre de gousses formées et *Fa* le nombre de fleurs viables initialement portées [20]. La différence entre les indices de fructification dans le traitement aux plantes laissées en libre pollinisation et celui dans le traitement aux plantes protégées des insectes a permis de calculer les taux d'allogamie (*TC*) et d'autogamie (*TA*) selon les **Formules** ci-après [21] :

$$TC = \left[\left(\frac{IfrX - IfrY}{IfrX} \right) \times 100 \right] \tag{2}$$

où, *IfrX* et *IfrY* sont les indices de fructification moyens dans les traitements *X* (plantes laissées en libre pollinisation) et *Y* (plantes protégées des insectes) respectivement.

$$TA = 100 - TC \quad (3)$$

2-2-3. Étude de l'activité des insectes sur les fleurs

Les observations ont été faites tous les jours, du 17 juin au 2 septembre 2018 à Dang et du 19 juin au 12 septembre 2018 à Selbé-Darang, sur les fleurs des traitements 1 et 3 respectivement, selon six tranches horaires journalières : 6 - 7 h, 8 - 9 h, 10 - 11 h, 12 - 13 h, 14 - 15 h et 16 - 17 h. Pour chacune de ces tranches horaires, les différents insectes retrouvés sur les fleurs épanouies étaient identifiés et comptés. Les insectes n'ayant pas été marqués, les résultats cumulés ont été exprimés par le nombre de visites [15]. Les données sur les fréquences de visites des différents insectes floricoles recensés ont permis de déterminer la place de chaque insecte dans l'entomofaune anthophile de *A. hypogaea* à l'aide de la **Formule** suivante :

$$Fi = \left(\frac{Vi}{VI} \right) \times 100 \quad (4)$$

avec V_i le nombre de visites de l'insecte i sur les fleurs du traitement 1 et V_I le nombre de visites de tous les insectes sur ces mêmes fleurs [12].

Les produits (pollen ou nectar) récoltés et ou recherchés par les insectes sur les fleurs ont été systématiquement notés lors de l'enregistrement des durées de visites par fleur [15]. Un insecte qui enfonce sa tête ou sa trompe dans une fleur est un chercheur de nectar ; si à l'aide des mandibules et des pattes il gratte les anthères, il s'agit d'un récolteur de pollen [22]. Les abondances des insectes ((plus grands nombres d'individus simultanément en activité) par fleur ont été enregistrées à la suite des comptages directs. Pour les abondances par 1000 fleurs (A_{1000}), les insectes ont été comptés sur un nombre connu de fleurs. A_{1000} a été calculé à l'aide de la **Formule** suivante :

$$A_{1000} = \left[\left(\frac{Ax}{Fx} \right) \times 1000 \right] \quad (5)$$

où F_x et A_x sont respectivement le nombre de fleurs et le nombre de visiteurs effectivement comptés sur les fleurs épanouies à l'instant x [15]. Les données ont été enregistrées pendant les mêmes dates et périodes journalières que pour la fréquence des visites.

La durée des visites par fleur est le temps que met un insecte pour prélever le pollen sur une fleur [15]. Ce paramètre a été enregistré à l'aide d'un chronomètre, aux mêmes dates que pour l'enregistrement de la fréquence des visites, pendant les tranches horaires journalières suivantes : 7 - 8 h, 9 - 10 h, 11 - 12 h, 13 - 14 h, 15 - 16 h et 17 - 18 h. Selon [23], la vitesse de butinage correspond au nombre de fleurs visitées par un insecte en une minute. Elle a été chronométrée aux mêmes dates et périodes journalières que pour les durées de visites par fleur. V_b est calculée à l'aide de la **Formule** suivante :

$$Vb = \left(\frac{Fi}{di} \right) \times 60 \quad (6)$$

où, di est la durée donnée par le chronomètre et Fi le nombre de fleurs correspondant à di [15].

L'influence de la faune (interruption des visites par des concurrents ou des prédateurs) et de la flore avoisinante (passage des butineurs de la fleur de *A. hypogaea* à une autre espèce végétale et vis versa) a été systématiquement enregistrée lors du chronométrage de la durée des visites par fleur [15]. Durant chaque journée d'observation, la température et l'hygrométrie des stations d'étude ont été enregistrées toutes les 30 minutes, de 6 h à 18 h, à l'aide d'un thermo-hygromètre portable installé à l'ombre.

2-2-4. Estimation de la valeur apicole

La valeur apicole de *A. hypogaea* a été évaluée à l'aide des données sur son intensité de floraison et l'attractivité des ouvrières de *A. mellifera* vis-à-vis de son pollen [19].

2-2-5. Évaluation de l'impact des insectes anthophiles sur les rendements de *Arachis hypogaea*

L'évaluation de l'impact des insectes sur les rendements était basée sur la comparaison des taux de fructification, du nombre moyen de graines par gousse et du pourcentage de graines normales (bien développées) des traitements *X* et *Y*. Le taux de fructification dû aux insectes floricoles (*Fri*) a été calculé à l'aide de la **Formule** suivante :

$$Fri = \left[\left(\frac{FX - FY}{FX} \right) \times 100 \right] \quad (7)$$

où *FX* et *FY* sont les taux de fructification dans les traitements *X* (plantes aux fleurs libres) et *Y* (plantes aux fleurs protégées) respectivement. Pour un traitement *x*, le taux de fructification (*Fx*) est [15] :

$$FX = \left[\left(\frac{\text{nombre de gousses}}{\text{nombre de fleurs}} \right) \times 100 \right] \quad (8)$$

Le pourcentage du nombre moyen de graines par gousse et le pourcentage de graines normales attribuables aux insectes floricoles ont été calculés de la même manière que pour le taux de fructification.

2-2-6. Traitement des données

L'analyse des données a été faite à l'aide des logiciels Excel 2016 et R 2.13.0., de la statistique descriptive (calcul des moyennes, écart-types et pourcentages), de l'ANOVA (*F*) pour la comparaison des moyennes de plus de deux échantillons, du test-*t* de Student pour la comparaison des moyennes de deux échantillons ; du Chi-carré (χ^2) pour la comparaison des pourcentages et du Coefficient de corrélation de Pearson (*r*) pour l'étude des relations linéaires entre deux variables.

3. Résultats

3-1. Mode de reproduction de *Arachis hypogaea*

L'indice de fructification a été de 0,13, 0,12, 0,26 et 0,19 dans les traitements 1, 2, 3 et 4 respectivement. Ainsi, pour Dang, *TC* = 12,05 % et *TA* = 87,95 % ; pour Selbé-Darang, *TC* = 26,92 % et *TA* = 73,08 %. Ainsi, quel que soit le site d'étude, *A. hypogaea* var Campala a un mode de reproduction mixte allogame-autogame, avec prédominance de l'autogamie.

3-2. Diversité et abondance des insectes floricoles

A Dang et à Selbé-Darang en 2018, 1189 et 1343 visites de 11 et 15 espèces d'insectes appartenant à 4 ordres ont été dénombrées sur 12353 et 9035 fleurs de *A. hypogaea* respectivement. Le **Tableau 1** présente la liste de ces insectes avec leurs fréquences de visites. Les données du **Tableau 1** indiquent que la richesse spécifique totale des insectes floricoles de *A. hypogaea* était de 11 à Dang, 15 à Selbé-Darang et 17 pour les deux sites d'étude. Les Hyménoptères constituaient l'ordre le plus important avec 93,69 % des visites à Dang et 92,18 % des visites à Selbé-Darang. Ils étaient majoritairement représentés par la Famille des Apidae

(49,79 %) et celle des Halictidae (52,27 %), notamment *Ceratina* sp. 1 (45,83 %) à Dang et *Lasioglossum* sp. 1 (50,19 %) à Selbé-Darang. La différence est significative entre ces deux dernières fréquences ($\chi^2 = 4,78$; $ddl = 1$; $P < 0,05$). L'ordre le plus faiblement représenté était celui des Lépidoptères (1,07 %), suivit des Orthoptères (1,62 %), des Coléoptères (1,89 %) et des Diptères (2,53 %).

Tableau 1 : Insectes recensés sur les fleurs de *Arachis hypogaea* à Dang et à Selbé-Darang en 2018, nombre et pourcentage de visites des différents insectes

Insectes			Dang		Selbé-Darang		Total	
Ordre	Famille	Genre, Espèce, Sous espèce	n_1	p_1 (%)	n_2	P_2 (%)	n_T	P_T (%)
Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i> (po)	11	0,93	20	1,49	31	1,22
		<i>Ceratina</i> sp. 1 (po)	545	45,83	213	15,86	758	29,94
		<i>Ceratina</i> sp. 2 (po)	36	3,03	142	10,57	178	7,03
		Total Apidae	592	49,79	375	27,92	967	38,19
	Halictidae	<i>Lasioglossum</i> sp. 1 (po)	240	20,2	674	50,19	914	36,10
		<i>Lasioglossum</i> sp. 2 (po)	230	19,34	122	9,08	352	13,90
		<i>Lasioglossum</i> sp. 3 (po)	49	4,12	-	-	49	1,93
		Total Halictidae	519	43,66	796	59,27	1315	51,93
	Formicidae	<i>Camponotus</i> sp. (po)	-	-	4	0,30	4	0,16
		<i>Polyrachis</i> sp. (po)	-	-	12	0,89	12	0,47
		Total Formicidae	-	-	16	1,19	16	0,63
	Megachilidae	<i>Megachile</i> sp. (po)	3	0,25	51	3,80	54	2,13
	Total Hymenoptera	9 espèces	1114	93,69	1238	92,18	2352	92,89
Coleoptera	Lagriidae	<i>Lagria villosa</i> (mf)	-	-	4	0,30	4	0,16
	Meloidae	<i>Coryna</i> sp. (mf)	29	2,44	15	1,12	44	1,74
Total Coleoptera	2 espèces	29	2,44	19	1,42	48	1,89	
Lepidoptera	Lycaenidae	(1 sp.) (ne)	3	0,25	9	0,67	12	0,48
	Pieridae	<i>Eurema</i> sp. 1 (ne)	2	0,17	6	0,45	8	0,31
		<i>Eurema</i> sp. 2 (ne)	-	-	7	0,52	7	0,28
Total Lepidoptera	3 espèces	05	0,42	22	1,64	27	1,07	
Diptera	Syrphidae	(1 sp.) (po)	-	-	20	1,49	20	0,79
		<i>Episyrphus</i> sp. (po)	-	-	44	3,28	44	1,74
Total Diptera	2 espèces	-	-	64	4,76	64	2,53	
Orthoptera		(1 sp.) (po)	41	3,45	-	-	41	1,62
Total	9		1189	100 %	1343	100 %	2532	100 %
			(11)		(15)		(17)	

(po) : récolte de pollen ; ne : chercheur de nectar ; mf : mange les fleurs ; n_1 = nombre de visites sur 12353 fleurs en 83 jours d'observation ; n_2 = nombre de visites sur 9038 fleurs en 83 jours d'observation ; P_1 : pourcentage des visites = $(n / 1189 * 100)$; P_2 : pourcentage des visites = $(n / 1343 * 100)$; sp. : espèce indéterminée ; () : nombre d'espèces.

3-3. Activité des insectes au niveau des fleurs de *Arachis hypogaea*

3-3-1. Aliments récoltés

Les insectes visiteurs de *A. hypogaea* pouvaient être répartis dans trois ensembles :

- les chercheurs de pollen : dans ce groupe, il y a deux catégories d'insectes à savoir les Apidés (**Figure 1a**) et les Halictidés (**Figure 1b**) qui récoltent et transportent le pollen, et les Formicidés et Syrphidés qui consomment le pollen sur place ;

- *les chercheurs de nectar* : ce sont les Lépidoptères, Formicidés et les Syrphidés qui enfoncent leur tête dans la corolle des fleurs. Du fait que l'arachide ne produit pas de nectar, ces insectes sont probablement dupés par la couleur jaune de la fleur, comme l'a noté [19] à Dang pour ces mêmes groupes d'insectes ;
- *les déprédateurs* : ce sont les Coléoptères qui mangent les pétales.



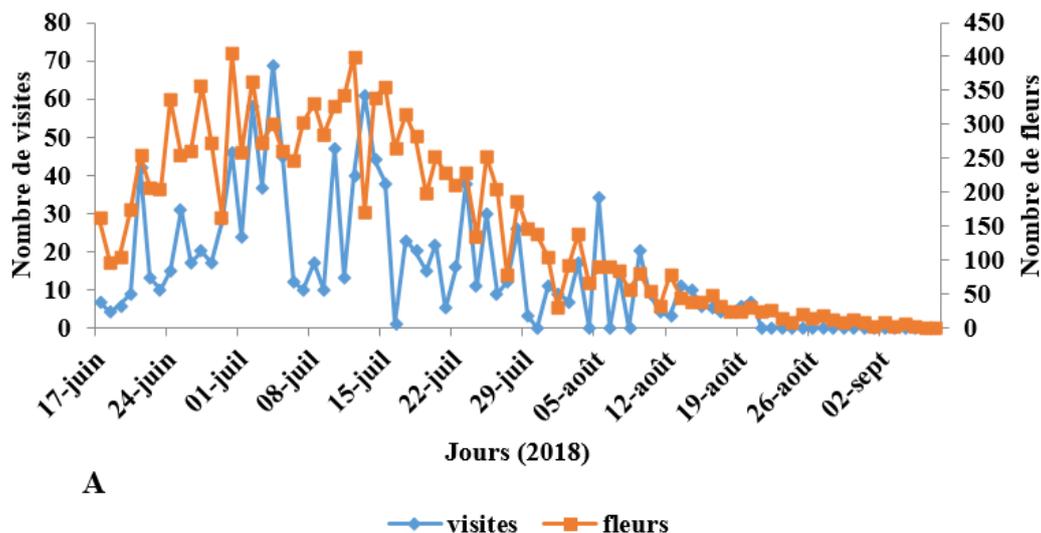
(a) : *Ceratina sp. 1*

(b) : *Lasioglossum sp. 1*

Figure 1 : Deux Apoïdes récoltant chacun le pollen dans une fleur de *Arachis hypogaea* à Dang (a) et à Selbé-Darang (b) en 2018

3-3-2. Rythme des visites selon le rythme d'épanouissement des fleurs de *Arachis hypogaea*

La **Figure 2** montre les variations du nombre de fleurs de *A. hypogaea* épanouies et celles du nombre de visites d'insectes selon les jours d'observation. Il en ressort que le nombre de visites d'insectes est globalement proportionnel au nombre de fleurs épanouies sur *A. hypogaea*. La corrélation entre ces deux paramètres est positive et très hautement significative à Dang ($r = 0,70$; $ddl = 81$; $P < 0,001$) comme à Selbé-Darang ($r = 0,57$; $ddl = 81$; $P < 0,01$).



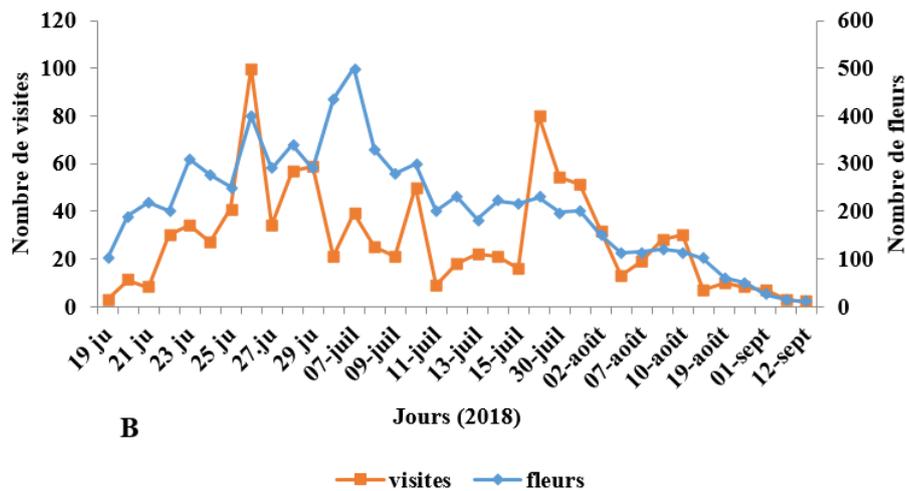


Figure 2 : Variation du nombre de fleurs épanouies de *Arachis hypogaea* et du nombre de visites d'insectes selon les jours d'observation à Dang (A) et à Selbé-Darang (B) en 2018

3-3-3. Rythme des visites en fonction des tranches horaires journalières d'observation

L'activité des insectes commençait le matin avec l'épanouissement des fleurs et diminuait fortement aux environs de 17 h avec leur fanaison. Les pics de visites varient d'un insecte à l'autre. A Dang (**Tableau 2**) comme à Selbé-Darang (**Tableau 3**), les périodes journalières d'activité optimale des insectes se situent entre 10 h et 11 h. Il existe une différence significative entre les pics de visites de *Apis mellifera* ($\chi^2 = 5,01$; $ddl = 1$; $P < 0,05$). La différence est non significative entre les pics de visites de *Ceratina* sp. 1 ($\chi^2 = 1,19$; $ddl = 1$; $P > 0,05$) et *Lasioglossum* sp. 1 ($\chi^2 = 1,34$; $ddl = 1$; $P > 0,05$).

Tableau 2 : Nombre de visites d'insectes sur les fleurs de *Arachis hypogaea* selon les tranches horaires journalières d'observation à Dang en 2018

Insectes	Périodes journalières (heures)												
	6 - 7		8 - 9		10 - 11		12 - 13		14 - 15		16 - 17		A
	n	p (%)	n	p (%)	n	p (%)	n	p (%)	n	p (%)	n	p (%)	
<i>Apis mellifera</i>	-	-	-	-	9	81,81°	2	18,18	-	-	-	-	11
<i>Ceratina</i> sp. 1	-	-	8	1,46	313	57,43°	203	37,24	21	3,85	-	-	545
<i>Ceratina</i> sp. 2	-	-	-	-	22	61,11°	11	30,55	3	8,33	-	-	36
<i>Coryna</i> sp.	-	-	-	-	15	51,72°	11	37,93	3	10,34	-	-	29
<i>Eurema</i> sp. 1	-	-	-	-	1	50°	-	-	-	-	1	50	2
<i>Lasioglossum</i> sp. 1	1	0,41	23	9,58	126	52,5°	75	31,25	14	5,83	1	0,41	240
<i>Lasioglossum</i> sp. 2	-	-	8	3,47	121	52,60°	97	42,17	4	1,73	-	-	230
<i>Lasioglossum</i> sp. 3	-	-	-	-	27	55,10°	22	44,89	-	-	-	-	49
Lycanidae (1 sp.)	-	-	-	-	-	-	2	66,67°	1	33,33	-	-	3
<i>Megachile</i> sp.	-	-	-	-	2	66,67°	1	33,33	-	-	-	-	3
Orthoptera (1 sp.)	-	-	10	24,39	18	43,90	12	29,26	1	2,43	-	-	41
Total	1	0,08	49	4,11	654	54,95°	436	36,67	47	3,94	2	0,16	1189

n : nombre de visites de l'insecte par tranche horaire en 83 jours d'observation, p : pourcentage de visites = $(n/A) * 100$, A : nombre total de visites de l'insecte en 83 jours d'observation, ° : Pic journalier des visites

Tableau 3 : Nombre de visites d'insectes sur les fleurs de *Arachis hypogaea* selon les tranches horaires journalières d'observation à Selbé-Darang en 2018

Insectes	Périodes journalières (heures)												A
	6 - 7		8 - 9		10 - 11		12 - 13		14 - 15		16 - 17		
	n	p (%)	n	p (%)	n	p (%)	n	p (%)	n	p (%)	n	p (%)	
<i>Apis mellifera</i>	0	0	8	40°	6	30	3	15	2	10	1	5	20
<i>Ceratina</i> sp. 1	0	0	12	5,6	113	53,05°	76	35,68	12	5,6	0	0	213
<i>Ceratina</i> sp. 2	0	0	18	12,6	51	35,9	59	41,54°	14	9,8	0	0	142
<i>Lasioglossum</i> sp. 1	0	0	151	22,4	383	56,8°	130	19,28	7	1,03	3	0,44	674
<i>Lasioglossum</i> sp. 2	0	0	1	0,81	35	28,66	75	61,4°	6	4,9	5	4,09	122
<i>Megachile</i> sp. 1	0	0	0	0	38	74,5°	7	13,7	6	11,7	0	0	51
<i>Camponotus</i> sp.	0	0	1	25	0	0	2	50°	1	25	0	0	4
<i>Polyrachis</i> sp.	0	0	2	6,66	6	50°	3	25	1	8,3	0	0	12
<i>Eurema</i> sp. 1	0	0	0	0	4	66,66°	2	33,33	0	0	0	0	6
<i>Eurema</i> sp. 2	0	0	0	0	6	85,7°	1	14,28	0	0	0	0	7
Lycaenidae (1 sp.)	0	0	0	0	4	44,44	5	55,55°	0	0	0	0	9
<i>Lagria villosa</i>	0	0	1	25	0	0	0	0	2	50°	1	25	4
<i>Coryna</i> sp.	0	0	3	20	1	6,6	6	40°	4	26,6	1	6,6	15
Syrphidae (1 sp.)	0	0	8	40°	6	30	3	15	2	10	1	5	20
<i>Episyrphus</i> sp.	0	0	7	15	23	52,27°	10	22,7	4	9	0	0	44
Total	0	0	212	15,78	676	50,33	382	28,44	61	4,54	12	0,89	1343

n : nombre de visites de l'insecte par tranche horaire en 83 jours d'observation ; p : pourcentage de visites = (n / A) * 100 ; A : nombre total de visites de l'insecte en 83 jours d'observation ; Pic journalier des visites

3-3-4. Abondance des insectes

Le plus grand nombre d'individus simultanément en activité sur une fleur était de 1 dans chacun des sites d'étude. L'abondance moyenne par 1000 fleurs de *A. hypogaea* variait de 23,85 individus (n = 181 ; s = 20,81) chez *Lasioglossum* sp. 1 à 100 individus (n = 17 ; s = 76,12) chez *Ceratina* sp. 2 à Dang et de 50,13 individus (n = 34 ; s = 29,40) chez *Lasioglossum* sp. 2 à 73,04 individus (n = 25 ; s = 71,97) chez *Ceratina* sp. 1 à Selbé-Darang (**Tableau 4**). La comparaison des abondances moyennes par 1000 fleurs à Dang et à Selbé-Darang révèle une différence très hautement significative chez *Ceratina* sp. 1 (t = 13,75 ; ddl = 289 ; P < 0,001), puis une différence hautement significative chez *Lasioglossum* sp. 1 (t = 3,03 ; ddl = 221 ; P < 0,01) et *Lasioglossum* sp. 2 (t = 3,27 ; ddl = 190 ; P < 0,01).

Tableau 4 : Abondance de quelques insectes par 1000 fleurs de *Arachis hypogaea* à Dang et à Selbé-Darang en 2018

Insectes	Abondance par 1000 fleurs									
	Dang					Selbé-Darang				
	n	m	s	mini	maxi	n	m	s	Mini	maxi
<i>Ceratina</i> sp. 1	266	32,05	34,39	7,09	200	25	73,04	71,97	10,30	333,33
<i>Ceratina</i> sp. 2	17	100	76,12	11,49	250	-	-	-	-	-
<i>Lasioglossum</i> sp. 1	181	23,85	20,81	7,29	142,85	42	58,74	72,99	12,6	500
<i>Lasioglossum</i> sp. 2	158	30,12	42,22	6,57	33,33	34	50,13	29,40	14,70	133,33
<i>Megachile</i> sp. 1	-	-	-	-	-	26	56,04	27,38	22,47	108,43

N : nombre enregistré ; m : moyenne ; s : écart-type ; mini : minimum ; maxi : maximum

3-3-5. Durée des visites par fleur

La durée moyenne d'une visite d'insecte par fleur de *A. hypogaea* variait de 30,76 sec ($n = 312$; $s = 22,83$) chez *Ceratina* sp. 1 à 40,79 sec ($n = 189$; $s = 39,79$) chez *Lasioglossum* sp. 2 à Dang et de 28,63 sec ($n = 44$; $s = 28,77$) chez *Ceratina* sp. 1 à 103,79 sec ($n = 42$; $s = 209,46$) chez *Lasioglossum* sp. 2 à Selbé-Darang (**Tableau 5**). La comparaison des durées de visites par fleur à Dang et à Selbé-Darang révèle une différence non significative chez *Ceratina* sp. 1 ($t = 0,55$; $ddl = 353$; $P > 0,05$) et *Lasioglossum* sp. 1 ($t = 1,44$; $ddl = 261$; $P > 0,05$), puis une différence très hautement significative chez *Lasioglossum* sp. 2 ($t = 3,82$; $ddl = 229$; $P < 0,001$).

Tableau 5 : Durée des visites de récolte de pollen par quelques insectes sur les fleurs de *Arachis hypogaea* à Dang et à Selbé-Darang en 2018

Insectes	Durée d'une visite par fleur (en secondes)									
	Dang					Selbé-Darang				
	<i>n</i>	<i>m</i>	<i>s</i>	<i>mini</i>	<i>maxi</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	<i>s</i>	<i>mini</i>	<i>maxi</i>
<i>Ceratina</i> sp. 1	312	30,76	22,83	5	177	43	28,63	28,77	2	152
<i>Lasioglossum</i> sp. 1	213	37,21	31,04	2	198	50	45,31	50,28	2	206
<i>Lasioglossum</i> sp. 2	189	40,79	39,79	2	246	42	103,79	209,46	1	960
<i>Lasioglossum</i> sp. 3	34	37,35	32,28	13	211	-	-	-	-	-

n: nombre de durées des visites enregistrées; *m*: moyenne; *s*: écart-type; *mini*: minimum; *maxi*: maximum

3-3-6. Vitesse de butinage

La vitesse moyenne de butinage variait de 2,43 fleurs / min ($n = 37$; $s = 1,18$) chez *Lasioglossum* sp. 3 à 3,64 fleurs / min ($n = 286$; $s = 3,75$) chez *Ceratina* sp. 1 à Dang et de 4,59 fleurs / min ($n = 82$; $s = 5,66$) chez *Lasioglossum* sp. 1 à 7,46 fleurs / min ($n = 35$; $s = 3,57$) chez *Megachile* sp. 1 à Selbé-Darang (**Tableau 6**). La comparaison des vitesses de butinage à Dang et à Selbé-Darang montre une différence significative chez *Ceratina* sp. 1 ($t = 2,14$; $ddl = 314$; $P < 0,05$), puis une différence non significative chez *Lasioglossum* sp. 1 ($t = 1,81$; $ddl = 276$; $P > 0,05$) et *Lasioglossum* sp. 2 ($t = 1,01$; $ddl = 208$; $P > 0,05$).

Tableau 6 : Vitesse de butinage des fleurs de *Arachis hypogaea* par quelques insectes à Dang et à Selbé-Darang en 2018

Insectes	Vitesse de butinage (fleur / minute)									
	Dang					Selbé-Darang				
	<i>n</i>	<i>m</i>	<i>s</i>	<i>min</i>	<i>maxi</i>	<i>n</i>	<i>m</i>	<i>s</i>	<i>mini</i>	<i>maxi</i>
<i>Ceratina</i> sp. 1	286	3,64	3,75	0,33	45	30	5,18	3,69	0,7	12,85
<i>Lasioglossum</i> sp. 1	196	3,35	3,73	0,30	30	82	4,59	5,66	0,5	34,28
<i>Lasioglossum</i> sp. 2	175	3,22	5,22	0,3	60	35	4,63	7,83	0,3	45
<i>Lasioglossum</i> sp. 3	37	2,43	1,18	0,53	6	-	-	-	-	-
<i>Megachile</i> sp. 1	-	-	-	-	-	35	7,46	3,57	4	18,75

n: nombre de vitesses de butinage enregistré; *m*: moyenne; *s*: écart-type; *mini*: minimum; *maxi*: maximum

3-3-7. Influence de la flore avoisinante

Pendant toute la période d'observation, certains insectes floricoles de *A. hypogaea* visitaient les fleurs d'autres espèces végétales en floraison situées à proximité des parcelles expérimentales pour leur pollen (Po) et / ou nectar (Ne). Les **Tableaux 7 et 8** présentent quelques-unes de ces plantes, les insectes floricoles ainsi que les produits floraux récoltés. Aucun passage d'insectes des fleurs de *A. hypogaea* à celles de ces espèces végétales et vice versa n'a été noté. Les butineurs étaient ainsi fidèles aux fleurs de cette Fabacée lors des voyages de butinage.

Tableau 7 : Activités de trois insectes sur sept plantes en fleurs avoisinant *Arachis hypogaea* à Dang en 2018

Espèces végétales	<i>Apis mellifera</i>		<i>Ceratina sp. 1</i>		<i>Lasioglossum sp. 1</i>	
	Ne	Po	Ne	Po	Ne	Po
<i>Glycine max</i>	+++	+	+	+++		
<i>Cosmos sulphureus</i>	+++	+++				
<i>Phaseolus vulgaris</i>	+++					
<i>Phisalis minima</i>	+++	++				
<i>Cerathoteca sesamoides</i>	+++	+		++		++
<i>Tithonia diversifolia</i>	+++	+++			+	+++
<i>Zea mays</i>		+++				

+ : très faible récolte ; ++ : faible récolte ; +++ : forte récolte ; Ne : Nectar ; Po : Pollen

Tableau 8 : Activités de quatre insectes sur six plantes en fleurs avoisinant *Arachis hypogaea* à Selbé-Darang en 2018

Espèces végétales	<i>Apis mellifera</i>		<i>Eurema sp. 1</i>		<i>Polyrachis sp.</i>		<i>Lasioglossum sp. 2</i>	
	Ne	Po	Ne	Po	Ne	Po	Ne	P
<i>Allophylus africanus</i>	+++	+++						
<i>Mimosa invisa</i>	+++	+++	++					
<i>Zea mays</i>		++					++	
<i>Psidium guajava</i>	+	+++						
<i>Tithonia diversifolia</i>	+++	+++	+					
<i>Acanthospermum australe</i>						+++		++

+ : très faible récolte ; ++ : faible récolte ; +++ : forte récolte ; Ne : Nectar ; Po : Pollen

3-3-8. Influence de quelques facteurs climatiques

La **Figure 3** présente les variations de la température ambiante moyenne, de l'hygrométrie ambiante moyenne et du nombre de visites d'insectes sur les fleurs de *A. hypogaea* selon les tranches horaires journalières d'observation. Il ressort de cette figure qu'il n'y a pas de corrélation entre la température et le nombre de visites d'insectes à Dang ($r = 0,54$; $ddl = 4$; $P > 0,05$), comme à Selbé-Darang ($r = 0,53$; $ddl = 4$; $P > 0,05$). De même, il n'y a aucune corrélation entre ce nombre de visites et l'hygrométrie à Dang ($r = - 0,55$; $ddl = 4$; $P > 0,05$), comme à Selbé-Darang ($r = - 0,13$; $ddl = 4$; $P > 0,05$).

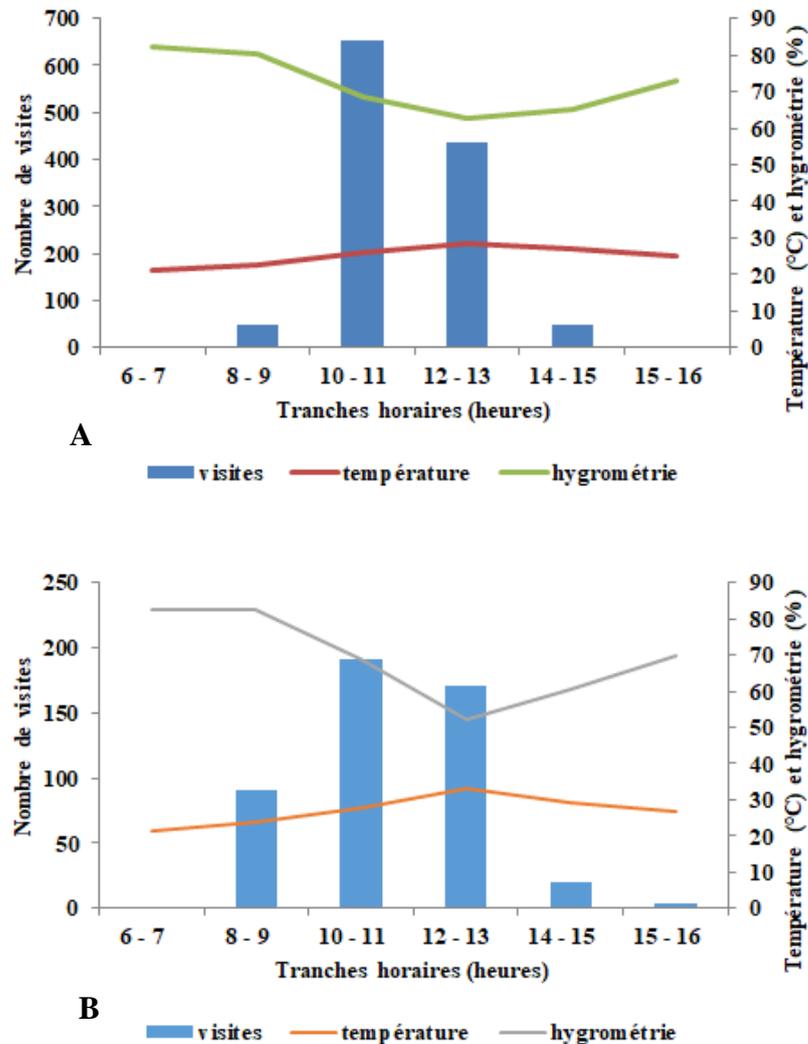


Figure 3 : Variations de la température, de l'hygrométrie et du nombre de visites d'insectes sur les fleurs de *Arachis hypogaea* selon les tranches horaires d'observation à Dang (A) et à Selbé-Darang (B) en 2018

3-3-9. Valeur apicole

Durant les périodes de floraison de *A. hypogaea*, les ouvrières de l'abeille mellifère avaient une très faible activité au niveau des fleurs de cette Fabaceae. Des 1189 et 1343 visites d'insectes enregistrées sur ses fleurs, seulement 11 visites de cette abeille ont été enregistrées à Dang (soit 0,93 %) et 20 à Selbé-Darang (soit 1,49 %). Ces résultats mettent en évidence la faible attractivité du pollen de *A. hypogaea* vis-à-vis de *A. mellifera* et permettent de classer cette Fabaceae parmi les plantes apicoles faiblement pollinifères.

3-4. Impact des insectes floricoles sur la pollinisation et les rendements en gousses et en graines de *Arachis hypogaea*

Lors de la récolte du pollen sur une fleur de *A. hypogaea*, la plupart des insectes se trouvaient toujours en contact avec les anthères et le stigmate, exception faite des Lépidoptères. A Dang comme à Selbé-Darang, la fréquence des contacts entre ces insectes, le stigmate et les anthères était de 100 %. Ainsi, les insectes avaient fortement augmenté les possibilités de pollinisation de *A. hypogaea*. Le **Tableau 9** présente les taux de fructifications, les nombres moyens de graines par gousse et les pourcentages de graines normales dans les différents traitements de *A. hypogaea*.

Tableau 9 : Taux de fructification, nombre moyen de graines par gousse et pourcentage de graines normales selon les différents traitements de *Arachis hypogaea* à Dang et à Selbé-Darang en 2018

Traitements	NFE	NGF	TF (%)	Graines / gousse			NTG	NGN	% GN
				n	m	s			
1 (FL _{Dang})	12353	1634	13,23	1634	1,86	0,34	3049	2727	89,43
2 (FP _{Dang})	11364	1322	11,63	1322	1,83	0,37	2424	2105	86,83
3 (FL _{Selbé-Darang})	9035	2426	26,85	2426	1,93	0,26	4687	4271	91,12
4 (FP _{Selbé-Darang})	7761	1527	19,67	1527	1,87	0,36	2865	2196	76,64

FL : fleurs laissées en libre pollinisation ; *FP* : fleurs protégées des insectes ; *NFE* : nombre de fleurs étudiées ; *NGF* : nombre de gousses formées ; *TF* : taux de fructification ; *n* : effectif de l'échantillon ; *m* : moyenne ; *s* : écart-type ; *NTG* : nombre total de graines ; *NGN* : nombre de graines normales ; *%GN* : pourcentage des graines normales.

Nous tenons de ce **Tableau** que :

a) Le taux de fructification a été de 13,23 %, 11,63 %, 26,87 % et 19,67 % dans les traitements 1, 2, 3 et 4 respectivement. La différence entre ces quatre pourcentages est globalement très hautement significative ($\chi^2 = 1014,70$; $ddl = 3$; $P < 0,001$). Les comparaisons deux à deux de ces pourcentages montrent que la différence est très hautement significative entre les traitements 1 et 2 ($\chi^2 = 13,79$; $ddl = 1$; $P < 0,001$), entre les traitements 3 et 4 ($\chi^2 = 119,45$; $ddl = 1$; $P < 0,001$), puis entre les traitements 1 et 3 ($\chi^2 = 629,77$; $ddl = 1$; $P < 0,001$) ;

b) le nombre moyen de graines par gousse a été de 1,86, 1,83, 1,93 et 1,87 dans les traitements 1, 2, 3 et 4 respectivement. La différence entre ces quatre moyennes est globalement significative ($F = 312,06$; $ddl = 3$; $P < 0,05$). Les comparaisons deux à deux de ces moyennes montrent que la différence est très hautement significative entre les traitements 1 et 2 ($t = 67,88$; $ddl = 2954$; $P < 0,001$), entre les traitements 3 et 4 ($t = 187,72$; $ddl = 3950$; $P < 0,001$), puis entre les traitements 1 et 3 ($t = 7,05$; $ddl = 4058$; $P < 0,001$) ;

c) le pourcentage de graines normales a été de 89,43 %, 86,83 %, 91,12 % et 76,64 % dans les traitements 1, 2, 3 et 4 respectivement. La différence entre ces quatre pourcentages est globalement très hautement significative ($\chi^2 = 351,50$; $ddl = 3$; $P < 0,001$). Les comparaisons deux à deux de ces pourcentages montrent que la différence est hautement significative entre les traitements 1 et 2 ($\chi^2 = 8,82$; $ddl = 1$; $P < 0,01$), très hautement significative entre les traitements 3 et 4 ($\chi^2 = 300,83$; $ddl = 1$; $P < 0,001$) et significative entre les traitements 1 et 3 ($\chi^2 = 6,08$; $ddl = 1$; $P < 0,05$).

Le taux de fructification dû à l'influence des insectes floricoles a été de 12,05 % à Dang, 26,74 % à Selbé-Darang et 19,40 % pour les deux sites. Le pourcentage du nombre de graines par gousse attribuable aux insectes floricoles a été de 20,49 % à Dang, 37,09 % à Selbé-Darang et 28,79 % pour les deux sites. Le pourcentage de graines normales dû à l'influence des insectes floricoles a été de 2,90 % à Dang, 15,90 % à Selbé-Darang et 9,4 % pour les deux sites d'étude. L'amélioration des rendements en gousses et en graines de *A. hypogaea*, ainsi que la production des graines de bonne qualité résultent de l'activité de butinage des insectes sur la pollinisation des fleurs butinées.



Figure 4 : Graines normales (A) et graines anormales (B) de *Arachis hypogaea* variété Campala à Dang en 2018

4. Discussion

4-1. Activité des insectes sur les fleurs de *Arachis hypogaea*

La richesse spécifique totale des insectes floricoles de *A. hypogaea* était de 17 pour les deux sites d'étude. Cette richesse spécifique est inférieure à celles trouvées par [19] à Dang et [13] à Maroua qui étaient respectivement de 19 et 27. Au niveau des fleurs de cette plante, les Hyménoptères ont été majoritaires avec 92,89 % des 2532 visites. Ils étaient principalement représentés par les Apidés (49,79 % de visites) à Dang avec notamment *Ceratina* sp. 1 (45,83 %) et par les Halictidae (59,27 %) à Selbé-Darang avec *Lasioglossum* sp. 1 (50,19 %). Dans l'ensemble, les principaux insectes anthophiles de *A. hypogaea* appartenaient à la Famille des Halictidae (51,93 %). Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par [19] indiquant qu'à Dang, parmi les insectes floricoles de cette plante, les Hyménoptères étaient les plus importants (soit 98,48 % de visites en 2009 et 91,25 % en 2010), la Famille des Halictidae occupant la première place (79,06 % en 2009 et 25,95 % en 2010). La fréquence élevée des Halictidae sur les fleurs de cette Fabacée serait due à la bonne attractivité de son pollen vis-à-vis de ces insectes, à la disponibilité et à l'accessibilité de ce produit floral. Par contre, à Java, [24] a mentionné que les Lycaenidae, les Xylocopinés, les Ceratinidés et les Apidés (notamment *Melipona* sp. et *Apis cerana*) sont les plus abondants sur les fleurs de cette Fabaceae. En Israël, [9] a noté que *Ceratina bispinosa* est le principal insecte visiteur des fleurs de cette Fabaceae. Au Malawi, *A. mellifica*, *Nomia* spp. et *Megachile* spp. étaient les visiteurs les plus communs [8].

Ceci confirme le fait que la diversité des insectes anthophiles de *A. hypogaea* varie dans le temps et dans l'espace. Chez *A. hypogaea*, les insectes récoltaient intensément et exclusivement du pollen. Ceci nous amène à penser que ce produit floral possède des stimuli responsables de l'attractivité exercée sur les insectes. Il s'agirait principalement des stimuli olfactifs et gustatifs. En effet, pour une plante donnée, le pollen a son odeur propre [25] qui peut être détectée par les insectes, à l'aide notamment des antennes et des palpes [26]. Ceci serait également dû aux besoins de ces insectes au moment de la floraison de l'arachide. Dans l'ensemble, les insectes étaient abondants sur les fleurs dans la matinée avec un pic d'activité situé entre 10 h et 11 h. Cette période journalière correspondrait au moment de la journée où le pollen de *A. hypogaea* est plus disponible. [27] indiquaient déjà que les Halictidés et les Mégachilidés étaient très abondants sur les fleurs d'arachide dans la matinée, moment de la journée où le pollen de cette plante est disponible en grande quantité. Ces mêmes auteurs ont signalé l'influence positive de la fraîcheur matinale sur les visites de ces insectes. L'activité des insectes diminuait très fortement aux environs de 17 h. Ceci serait dû à la diminution de la quantité de pollen au niveau des fleurs ou à leur fanaison. La disponibilité et l'attractivité du pollen expliqueraient le lien qui existe entre le nombre de visites d'insectes et le nombre de fleurs épanouies d'arachide. D'après la théorie de la distribution libre idéale, l'abondance des pollinisateurs suit la répartition spatiale des densités de fleurs dans le champ [28]. La durée moyenne d'une visite de récolte de pollen varie avec l'insecte. Celle-ci semble liée à l'accessibilité au pollen de *A. hypogaea* et à l'importance qu'accorde

chaque espèce d'insecte au produit floral de cette Fabaceae. Les anthères de *A. hypogaea* sont cachées par la corolle et se dressent plus ou moins à l'extrémité du filet [29]. Ainsi, pour récolter le pollen, les insectes écartent les pétales afin d'entrer en contact avec les anthères. La structure complexe des fleurs de cette Fabacée ne permet donc qu'aux insectes spécialistes (*e.g. Lasioglossum spp., Ceratina spp.*) d'accéder à son pollen [19]. Les variations observées au niveau des vitesses de butinage des insectes tiennent à l'accessibilité du pollen, la disponibilité de ce produit, les distances séparant les fleurs exploitées lors des différents voyages de butinage et surtout la fréquence des interruptions des visites de chaque insecte. Les butineurs étaient fidèles aux fleurs de *A. hypogaea* lors des voyages de butinage. Ce phénomène qui est dénommé «constance florale» est bien connu chez l'abeille domestique [30]. *Apis mellifera* était très peu observée sur les fleurs de *A. hypogaea* quel que soit le site d'étude. Ceci serait dû au fait que le pollen de cette plante est très peu attractif et accessible pour l'abeille domestique dans nos conditions d'observation. Ce résultat est conforme à celui obtenu à Nkolbisson [11]. En revanche, il est contraire à ceux signalés à Campo [11] et au Malawi [8] où l'abeille *A. mellifera* a été identifiée comme l'un des insectes visiteurs les plus fréquents sur les fleurs de cette Fabacée.

4-2. Impact des insectes sur la pollinisation et les rendements de *Arachis hypogaea*

Lors de leur activité de butinage, les insectes accroissent les possibilités de pollinisation de *A. hypogaea*. En effet, pendant leurs visites, ceux-ci secouent la fleur. Au niveau des anthères, ce mouvement faciliterait la libération du pollen pour l'occupation optimale du stigmate. La charge optimale du pollen sur le stigmate serait elle-même favorable à la formation des gousses et des graines. [3] a d'ailleurs noté que la fructification est principalement tributaire de l'intensité de pollinisation. Ainsi, l'augmentation significative des rendements en présence des insectes est la conséquence de l'activité de butinage de ces derniers sur la pollinisation des fleurs de cette plante. Les insectes rentraient fréquemment en contact avec le stigmate au cours de leur récolte de pollen. Par conséquent ils interviendraient sur l'autopollinisation, l'autogamie étant prépondérante chez l'arachide [14]. Ce rôle direct sur l'autopollinisation est attribuable principalement aux Halictidés et à certains Apidés (*e.g. Ceratina spp.*) qui sont particulièrement aptes à l'expulsion du pollen des anthères. Ces Apoïdes récoltent et transportent de grandes quantités de pollen lorsqu'ils se posent sur une fleur, à l'aide notamment des pattes, des pièces buccales, du thorax et de l'abdomen. Ainsi, en passant régulièrement de plante en plante, ils perdent une partie du pollen transporté pendant leurs voyages de butinage. L'impact positif des insectes sur la pollinisation croisée de l'arachide a d'ailleurs été signalé par [12]. Le taux de fructification, le nombre moyen de graines par gousse et le pourcentage de graines normales dus aux insectes floricoles a été respectivement de 12,05 %, 20,49 % et 2,90 % à Dang. Les chiffres correspondants pour Selbé-Darang étaient respectivement de 26,74 %, 37,09 % et 15,90 %. En Egypte, les insectes pollinisateurs ont aussi augmenté les rendements de l'arachide d'environ 46 % [10]. Au Cameroun, via la pollinisation, les insectes anthophiles ont augmenté le nombre de gousses par plante de 28,13 % et le nombre de graines par plante de 29,59 % [11]. Le rendement en gousses et en graines dus aux insectes floricoles a été plus élevé à Selbé-Darang qu'à Dang. En effet, Dang est une zone fortement anthropisée par rapport à Selbé-Darang qui est en grande partie un site d'exploitation agricole. Les populations de pollinisateurs auraient donc été perturbées dans leurs activités par les bruits divers et les sources lumineuses artificielles.

5. Conclusion

Parmi les insectes qui visitent les fleurs de *A. hypogaea* var. Campala à Dang et à Selbé-Darang, *Ceratina* sp. 1 et *Lasioglossum* sp. 1 étaient respectivement les plus fréquents. L'activité des insectes commençait vers 8 h et s'achevait aux environs de 17 h, avec un pic de visites situé entre 10 h et 11 h. Les insectes récoltaient intensément le pollen de cette plante. Par leur action positive sur la pollinisation des fleurs visitées, les insectes anthophiles ont provoqué un accroissement significatif du taux de fructification de 19,40 %, du nombre moyen de graines par gousse de 28,79 % et du pourcentage de graines normales de 9,4 %. Le maintien et l'aménagement des nids d'Apôides autour et dans les plantations de *A. hypogaea* est conseillé pour améliorer les rendements en gousses et en graines de cette Fabaceae.

Références

- [1] - O. L. FRESCO, Les engrais et l'avenir, in *'La sécurité mondiale et le rôle de la fertilité durable*, Ed. Maisonneuve, Rome, (2003) 51 - 67
- [2] - E. M. A. SMALING, S. M. NANDWA and B. H. JANSEEN, Soil fertility in Africa is at stake, in *"Replenishing soil fertility in Africa"*, Eds. SSSA special Publications, Madison, (1997) 204 - 215
- [3] - A. M. KLEIN, B. E. VAISSIERE, J. H. CANE, I. STEFFAN-DEWENTER, S. A. CUNNINGHAM, C. KREMEN and T. TSCHARNTKE, Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society, London (B)*, 274 (2007) 303 - 313
- [4] - D. P. ABROL, Pollination Biology. Biodiversity conservation and agricultural production. Ed. Springer Dordrecht Heidelberg, London, (2012) 792 p.
- [5] - D. FONCEKA, Elargissement de la base génétique de l'arachide cultivée (*Arachis hypogaea*) : Applications pour la construction de populations, l'identification de QTL et l'amélioration de l'espèce cultivée. Thèse de Docteur en Sciences, Montpellier SupAgro, France, (2010) 162 p.
- [6] - R. SCHILLING, L'arachide en Afrique tropicale. Eds. Maisonneuve et Larose, Paris, (1996) 171 p.
- [7] - INS, Chapitre 14 : Agriculture. *Annuaire statistique du Cameroun*, (2016) 223 p.
- [8] - R. W. GIBBONS and J. R. TATTERSFIELD, Out-crossing trials with groundnuts (*Arachis hypogaea* L.). *Rhodesia Journal of Agricultural Research*, (1969) 71 - 75
- [9] - J. B. FREE, The effect of flower shapes and nectar guides on the behaviour of foraging honeybees. *Behaviour*, 37 (1970) 269 - 285
- [10] - S. E. RASHAD, M. A. EWIES and H. G. EL RABIE, Pollinators of peanut (*Arachis hypogaea* L.) and the effect of honeybees on its yield, in « 4th Intl. Symp. on pollination ». *Maryland Agricultural Experiment Station Special Miscellaneous Publication*, 1 (1978) 227 - 230
- [11] - F. F.-N. TCHUENGUEM, 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, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, Cameroun, (1993) 133 p.
- [12] - F. F.-N. TCHUENGUEM, T. B. M. KINGHA et D. BRÜCKNER, Diversité des insectes floricoles et son impact sur les rendements fruitiers et grainiers de *Arachis hypogaea* L. (Fabaceae) à Dang (Ngaoundéré - Cameroun). *Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8 (3) (2014) 983 - 997
- [13] - G. TCHINDEBE, DOUNIA, C. DOUKA, T. S. FAMENI and F. F.-N. TCHUENGUEM, Diversité des insectes floricoles et son impact sur les rendements fruitiers et grainiers de *Arachis hypogaea* L. (Fabaceae) à Maroua (Extrême-Nord, Cameroun). *Journal of Applied Biosciences*, 129 (2018) 13675 - 13687

- [14] - S. MAZI, T. B. M. KINGHA, K. P. DELI, E. FAIBAWA, F. F.-N. TCHUENGUEM and D. BRÜCKNER, Role of pollinators in enhancing pod and seed set of *Arachis hypogaea* Variety 28-206 (Fabaceae) at Tchabal-Mounguel (Ngaoundere, Cameroon). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7 (1) (2019) 1521 - 1528
- [15] - F. F.-N. TCHUENGUEM, 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, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, Cameroun, (2005) 103 p.
- [16] - B. S. KENNGI, A. NGAOU and F. F.-N. TCHUENGUEM, Pollination and yield attributes of (cowpea) *Vigna unguiculata* L. Walp. (Fabaceae) as influenced by the foraging activity of *Xylocopa olivacea* Fabricius (Hymenoptera: Apidae) and inoculation with *Rhizobium* in Ngaoundere, Cameroon. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 6 (2) (2015) 62 - 76
- [17] - M. ADAMOU, Activités de butinage et de pollinisation de *Apis mellifera adansonii* sur les fleurs de *Bixa orellana* (Bixaceae) et *Brachiaria brizantha* (Poaceae) à Ngaoundéré (Adamaoua, Cameroun). Thèse de Doctorat / Ph. D., Faculté des Sciences, Université de Ngaoundéré, Cameroun, (2017) 148 p.
- [18] - J. A. AMOUGOU, S. A. ABOSSOLO et M. TCHINDJANG, Variabilité des précipitations à Koundja et à Nga les anomalies de la température de l'océan atlantique. *Ivory Coast Review of Science and Technology*
- [19] - T. B. M. KINGHA, Entomofaune floricole et son impact sur les rendements fruitiers et grainiers de *Arachis hypogaea* L. et *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae) à Dang (Ngaoundéré - Cameroun). Thèse de Doctorat / Ph. D, Faculté des Sciences, Université de Ngaoundéré, Cameroun, (2014) 139 p.
- [20] - F. F.-N. TCHUENGUEM, J. MESSI et A. PAULY, Activité de *Meliponula erythra* sur les fleurs de *Dacryodes edulis* et son impact sur la fructification. *Fruits*, 56 (2001) 179 - 188
- [21] - Y. DEMARLY, Génétique et amélioration des plantes. Ed. Masson, Paris, (1977) 577 p.
- [22] - P. JEAN-PROST, Apiculture : Connaître l'abeille, conduire le rucher. Ed. Lavoisier, Paris, (1987) 579 p.
- [23] - A. JACOB-REMACLE, Comportement de butinage de l'abeille domestique et des Abeilles sauvages dans des vergers de pommiers en Belgique. *Apidologie*, 20 (4) (1989) 271 - 285
- [24] - F. F. R. HEIDE, Biological observations of *Arachis hypogaea* L. *Alg. Proefsta. V. Landb. Meded*, 14 (1923) 1 - 19
- [25] - K. FAEGRI and L. V. D. PIJL, *The principles of pollination ecology*, Ed. Pergamon Press, Oxford, (1979) 244 p.
- [26] - D. SCHNEIDER, Plant recognition by Insects : a challenge for neuro-ethological research, in: «*Insects Plants*», Ed. V. Labeyrie, Dordrecht, (1987) 117 - 122
- [27] - R. O. HAMMONS, K. V. KROMBEIN and D. B. LEUK, Some bees (Apoidea) associated with peanut flowering. *Journal of Economic Entomology*, 56 (1963) 905
- [28] - S. D. FRETWELL and H. L. LUCAS, On territorial behavior and other factors influencing habitat distribution in birds. *Acta Biotheoretica*, 19 (1970) 16 - 36
- [29] - A. POUVREAU, Cultures tropicales oléagineuses, in «*Pollinisation et Productions végétales*», Ed. INRA, Paris, (1984) 331 - 347
- [30] - M. BASUALDO, E. BEDASCARRASBURE and D. DE JONG, Africanized honeybees (Hymenoptera: Apidae) have a greater fidelity to sunflowers than european bees. *Journal of Economic Entomology*, 93 (2) (2000) 304 - 307