



## Diversité des insectes floricoles et son impact sur les rendements fruitiers et grainiers de *Arachis hypogaea* L. (Fabaceae) à Dang (Ngaoundéré-Cameroun)

Fernand-Nestor TCHUENGUEM FOHOUE<sup>1</sup>, Bernice Mireille KINGHA TEKOMBO<sup>1\*</sup> et Dorothea BRÜCKNER<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Université de Ngaoundéré, Faculté des Sciences, Département des Sciences Biologiques, B.P. 454 Ngaoundéré, Cameroun.

<sup>2</sup> Forschungsstelle für Bienenkunde, Universität Bremen, FB2, Postfach 33 04 40, 28334 Bremen, Allemagne.

\*Auteur correspondant, E-mail: [bernice2905@yahoo.fr](mailto:bernice2905@yahoo.fr), Tel : (237) 99 14 62 21/74 28 31 82

---

### RESUME

De juin à septembre, en 2009 et 2010 respectivement, les fleurs de *Arachis hypogaea* ont été observées en vue de l'étude de l'activité des insectes anthophiles et de la détermination de l'impact de ceux-ci sur les rendements fruitiers et grainiers de cette plante. Deux traitements ont été déterminés à partir du marquage de six billons différenciés par la présence ou l'absence de protection des billons vis-à-vis des insectes. L'activité de butinage et de pollinisation des insectes a été étudiée. Le taux de fructification, le pourcentage de graines normales et le nombre moyen de graines par gousse ont été évalués. Les résultats montrent que 17 et 12 espèces d'insectes ont visité les fleurs d'arachide respectivement en 2009 et 2010. *Lasioglossum* sp. 1 et *Ceratina* sp. 2 sont les espèces les plus fréquemment observées en 2009 et 2010 respectivement. En comparant les rendements des deux traitements, il est apparu que les insectes anthophiles ont augmenté le taux de fructification de 24,83% et 54,47%, le pourcentage de graines normales de 28,65% et 24,89%, le nombre moyen de graines par gousse de 15,03% et 14,90% respectivement en 2009 et 2010. Ainsi, les traitements aux pesticides chimiques sont à éviter pendant la période de floraison.

© 2014 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clés:** Insectes anthophiles, *Arachis hypogaea*, butinage, pollen, pollinisation, rendements.

---

### INTRODUCTION

Au Cameroun, depuis plus de vingt quatre ans, les recherches sont effectuées sur les relations plantes - insectes pollinisateurs, notamment dans les régions du Centre (Tchuenguem Fohouo, 1993; Pando et al., 2011a, 2011b), de l'Ouest (Dongock et al., 2004), de l'Adamoua (Tchuenguem Fohouo et al., 2009a, 2009b; Kingha et al., 2012; Fameni et al., 2012) et de l'Extrême-Nord (Douka et Tchuenguem Fohouo, 2013; Dounia et Tchuenguem Fohouo, 2013). Malgré ces

travaux, les informations manquent sur les relations entre plusieurs plantes poussant au Cameroun et leurs insectes floricoles. Pourtant il est bien connu que les insectes anthophiles augmentent habituellement les rendements en fruits et/ou en grains de plusieurs espèces végétales, via la pollinisation des fleurs au cours de leur activité de butinage (Tchuenguem Fohouo, 1993; Kingha et al., 2012; Fameni et al., 2012; Pando et al., 2011a, 2011b; Douka et Tchuenguem Fohouo, 2013; Dounia et Tchuenguem Fohouo, 2013).

*Arachis hypogaea* est une Fabaceae originaire du Brésil (Vallardir, 1964). C'est une plante cultivée dans tous les pays tropicaux, subtropicaux et même dans certains pays d'Europe (Pouvreau, 1984). Les fleurs sont jaunes et produisent du pollen qui attire les insectes. Elles ne secrètent pas de nectar (Pouvreau, 1984). L'arachide est une légumineuse ayant une grande importance nutritionnelle et économique dans toute la zone intertropicale (Kalfaoui, 1988). Cultivée sur 26,4 millions d'hectares à l'échelle mondiale, la production totale est de 37,1 millions de tonnes pour une productivité moyenne de 1,4 tonne à l'hectare (FAO, 2003). Elle est fortement cultivée à l'Ouest du Cameroun où son rendement moyen demeure faible (Praquin et Tardieu, 1976). Dans ce pays, la demande en graines d'arachide est estimée à 609312 tonnes (DSCE, 2009) et la production disponible n'est que de 484199 tonnes (MINADER/DESA, 2010). De plus, très peu de données ont été publiées sur ses relations avec les insectes floricoles. Au Malawi, *Apis mellifica adansonii*, *Nomia* spp. et *Megachile* spp. sont les visiteurs les plus communs (Gibbons et Tattersfield, 1969); en Israël, Carmin (Free, 1970) a noté que *Ceratina bispinosa* est le principal insecte floricole d'arachide. Rashad et al. (1978) ont signalé qu'en Egypte, les insectes pollinisateurs augmentent les rendements de l'arachide d'environ 46%. A Yaoundé, au Cameroun, Tchuenguem Fohouo (1993) a montré que les insectes anthophiles augmentent les rendements en graines et en des gousses de l'arachide de 29,59% et de 28,13% respectivement, bien que la diversité et l'abondance des insectes anthophiles d'une plante peuvent varier avec les régions (Roubik, 2000).

L'objectif général de cette recherche est de contribuer à la connaissance des relations existant entre *A. hypogaea* et ses insectes anthophiles en vue de leur exploitation optimale au Cameroun.

Les objectifs spécifiques incluent: la détermination de la diversité de l'entomofaune anthophile de *A. hypogaea*, l'étude de l'activité des insectes sur les fleurs de cette

Fabaceae, l'estimation de la valeur apicole de cette plante, l'évaluation de l'impact des insectes floricoles sur la pollinisation et les rendements en gousses et en graines de cette légumineuse.

## MATERIEL ET METHODES

### Site, champ expérimental et matériel biologique

Les travaux ont été réalisés de juin à septembre 2009, puis de juin à septembre 2010 à Dang (latitude: 7°25.372' N, longitude: 13°32.566' E, altitude: 1092 m), village de Ngaoundéré dans la région de l'Adamaoua au Cameroun. Cette région appartient à la zone écologique dite des hautes savanes guinéennes (Tchuenguem Fohouo et al., 2007). 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. L'humidité relative moyenne annuelle est de 70% (Tchuenguem Fohouo et al., 2007). Le champ expérimental était une parcelle de 230 m<sup>2</sup> où les graines de *A. hypogaea* de la variété 55-437 RMP-91 (Figure 1) ont été semées. Sur l'ensemble du site d'étude, le nombre de colonies de *Apis mellifera adansonii* variait de 31 à 48 entre juin 2009 et octobre 2010 hors mis les insectes naturellement présents dans l'environnement. La végétation était représentée par d'autres plantes cultivées puis quelques espèces naturelles de la savane et des galeries forestières.

### Méthodes

#### Préparation du champ expérimental, semis et entretien de la culture

Du 21 avril au 08 mai 2009, puis du 21 avril au 08 mai 2010, les parcelles expérimentales ont été défrichées, labourées et 18 billons de 3 m de long, 1 m de large et 10 cm de hauteur ont été formés. Le 29 mai 2009 et le 23 juin 2010, le semi a été fait en ligne, à raison de 5 lignes par billon et une graine par poquet. Les espacements sur les lignes et entre les lignes étaient de 15 cm. De la germination (survenue le 05 juin 2009 et le 30 juin 2010) à

l'apparition des premières fleurs (le 29 juin 2009 et le 24 juillet 2010), le sarclage a été régulièrement effectué à la houe toutes les deux semaines. Durant la période de floraison jusqu'à la maturation des gousses, le désherbage a été fait à la main.

#### **Détermination du système de reproduction**

Le 25 juin 2009, 1200 plantes de *A. hypogaea* ont été isolées à raison de 100 par billon et deux traitements constitués: traitement 1 (600 plantes dont les fleurs ont été laissées en libre pollinisation et sur lesquelles aucune capture d'insectes n'a été faite) et traitement 2 (600 plantes dont les fleurs ont été protégées des insectes à l'aide des cages grillagées à mailles fines de 1mm<sup>2</sup>). Le 20 juillet 2010, l'opération a été répétée.

A la récolte, le nombre de gousses formées a été compté dans chacun des traitements 1 et 2. Pour chaque traitement, l'indice de fructification (*Ifr*) a été calculé selon la formule ci-après:

$Ifr = F_2/F_1$ , où  $F_2$  est le nombre de gousses formées et  $F_1$  le nombre de fleurs viables initialement portées (Tchuenguem Fohouo et al., 2001).

Pour chaque saison d'observation, la différence entre les indices de fructification des deux traitements a permis de calculer les taux d'allogamie (*TC*) et d'autogamie (*TA*) au sens large, selon les formules ci-après (Demarly, 1977):

$TC = \{[(Ifr_1 - Ifr_2) / Ifr_1] \times 100\}$  où  $Ifr_1$  et  $Ifr_2$  sont respectivement les indices de fructification dans le traitement libre et dans le traitement protégé ;  $TA = [(1 - TC) \times 100]$ .

#### **Etude de l'activité des insectes sur les fleurs**

Sur les fleurs du traitement 1, les observations ont été effectuées tous les jours, du 29 juin au 30 septembre 2009 puis du 24 juillet au 30 septembre 2010, selon six tranches horaires journalières: 6 - 7 h, 8 - 9 h, 10 - 11 h, 12 - 13 h, 14 - 15 h et 16 - 17h. Nous passons plusieurs fois sur chaque billon du traitement 1 et ceci pendant chacune des tranches horaires ci-dessus. A chaque passage, les différents insectes rencontrés sur les fleurs étaient identifiés et comptés. Les insectes n'ayant pas été marqués, les résultats cumulés ont été exprimés par le nombre de visites

(Tchuenguem Fohouo, 2005). Les données obtenues ont permis de déterminer la fréquence de chaque espèce d'insecte (*Fi*) sur les fleurs de *A. hypogaea*. Pour chaque saison d'étude,  $Fi = \{[Vi/VI] \times 100\}$ , avec  $Vi$  = nombre de visites de l'insecte *i* sur les fleurs du traitement libre et  $VI$  le nombre de visites de tous les insectes sur ces mêmes fleurs (Tchuenguem Fohouo et al., 2001).

Les produits floraux (nectar et/ou pollen) prélevés par les insectes ont été notés pendant les mêmes dates et tranches horaires que pour la fréquence des visites. Un insecte qui enfonce sa trompe ou sa tête dans une fleur est un chercheur de nectar; si à l'aide de ses pattes et de ses mandibules, il gratte les anthères, il s'agit d'un chercheur de pollen (Jean - Prost, 1987).

Les abondances par fleur ont été enregistrées à la suite des comptages directs. Pour l'abondance par 1000 fleurs, les individus de chaque espèce ont été comptés sur un nombre connu de fleurs épanouies ; l'abondance par 1000 fleurs ( $A_{1000}$ ) a ensuite été calculée à l'aide de la formule suivante:  $A_{1000} = [(A_x / F_x) \times 1000]$ , où  $F_x$  et  $A_x$  sont respectivement le nombre de fleurs et le nombre d'insectes butineurs effectivement comptés sur les fleurs laissées en libre pollinisation à l'instant *x* (Tchuenguem Fohouo, 2005). 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 l'abeille pour prélever un produit (pollen et/ou nectar) sur une fleur (Tchuenguem Fohouo, 2005). Elle a été enregistrée aux mêmes dates 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, à l'aide d'un chronomètre.

La vitesse de butinage selon Jacob-Remacle (1989) correspond au nombre de fleurs visitées par minute. Ces données ont été enregistrées tous les jours pendant 6 tranches horaires: 7 - 8 h ; 9 - 10 h ; 11 - 12 h ; 13 - 14 h ; 15 - 16 h et 17 - 18 h, à l'aide d'un chronomètre.

L'influence de la faune et de la flore avoisinante a été systématiquement enregistrée lors du chronométrage de la durée des visites par fleur.

La température et l'hygrométrie de la station d'étude ont été enregistrées toutes les 30 minutes, à l'aide d'un thermohygromètre portable de marque techno WS-7018 installé à l'ombre, tout au long de la période d'observation.

#### **Estimation de la valeur apicole**

Comme pour d'autres plantes (Tchuenguem Fohouo, 2005; Tchuenguem Fohouo et al., 2007), la valeur apicole de *A. hypogaea* a été évaluée à l'aide principalement des données sur son intensité de floraison et l'attractivité du pollen de cette Fabaceae vis-à-vis des ouvrières de *A. m. adansonii*.

#### **Evaluation de l'impact des insectes anthophiles sur les rendements**

Elle est basée sur:

- l'impact des insectes anthophiles sur la pollinisation ;
- l'impact de la pollinisation sur la fructification de *A. hypogaea* ;
- la comparaison des rendements fruitiers et grainiers (taux de fructification, nombre moyen de graines par gousse et pourcentage de graines normales) des traitements 1 et 2.

Le pourcentage ( $P_f$ ) du taux de fructification dû à l'influence des insectes floricoles est calculé à l'aide de la formule ci - après (Tchuenguem Fohouo et al., 2001):

$P_f = \{[(F_1 - F_2) / F_1] \times 100\}$  où  $F_1$  et  $F_2$  sont les taux de fructification dans les traitements 1 et 2 respectivement. Pour un traitement, le taux de fructification = (nombre de gousses / nombre de fleurs) x100.

Le pourcentage ( $P_g$ ) du nombre de graines par gousse attribuable à l'influence des insectes floricoles est calculé à l'aide de la formule ci - après (Tchuenguem Fohouo et al., 2001):

$P_g = \{[(g_1 - g_2) / g_1] \times 100\}$  où  $g_1$  et  $g_2$  sont les nombres moyens de graines par gousse dans les traitements 1 et 2 respectivement.

Le pourcentage ( $P_n$ ) de graines normales attribuable à l'influence des insectes

floricoles est calculé à l'aide de la formule ci-après (Tchuenguem Fohouo et al., 2001):

$P_n = \{[(P_{n1} - P_{n2}) / P_{n1}] \times 100\}$  où  $P_{n1}$  et  $P_{n2}$  sont les pourcentages de graines normales dans les traitements 1 et 2 respectivement.

#### **Analyse des données**

Le traitement des données a été fait à l'aide de la statistique descriptive (calcul des moyennes, écart-types et pourcentages), du Coefficient de corrélation ( $r$ ) pour l'étude des relations entre deux variables, du test  $t$  de Student pour la comparaison des moyennes de deux échantillons, du Khi-carré ( $\chi^2$ ) pour la comparaison des pourcentages (Schwartz, 1984), de l'Analyse des variances (ANOVA) et du logiciel Excel 2007.

## **RESULTATS**

### **Système de reproduction**

L'indice de fructification a été de 0,12 ( $s = 0,01$ ), 0,09 ( $s = 0,03$ ), 0,26 ( $s = 0,17$ ) et 0,11 ( $s = 0,05$ ) respectivement pour les traitements 1 et 2 en 2009 et en 2010. Ainsi en 2009,  $TC$  (Taux d'allogamie) = 24,83% et  $TA$  (Taux d'autogamie) = 75,17%, tandis qu'en 2010,  $TC = 56,42\%$  et  $TA$  (Taux d'autogamie) = 43,58%. Pour les deux années cumulées,  $TC = 40,63\%$  et  $TA = 59,38\%$ . Ainsi *A. hypogaea* a un régime de reproduction mixte allogame-autogame, avec prédominance de l'autogamie.

### **Diversité et abondance des insectes floricoles**

En 2009 et 2010 respectivement, 1446 et 1017 visites de 17 et 12 espèces d'insectes appartenant à 10 et 6 familles ont été dénombrées sur 36620 et 5760 fleurs de *A. hypogaea*. Le Tableau 1 présente la liste de ces insectes avec leur taux de visites.

D'après les données de ce tableau, les Hyménoptères constituent l'ordre le plus important avec 98,48% des visites en 2009 et 91,25% en 2010. Ils sont principalement représentés par les Halictidés (79,06% en 2009 et 25,95% en 2010), notamment *Lasioglossum* sp. (38,46% en 2009 et 19,17% en 2010). Les plus intéressants des autres Hyménoptères sont les Apidés (15,5% en 2009 et 58,01% en 2010), particulièrement

*Ceratina* sp. 2 (4,01% en 2009 et 23,89% en 2010). Les autres ordres sont plus rarement observés. Il s'agit des Coléoptères, des Lépidoptères et Diptères (moins de 7% des visites chacun, en 2009 comme en 2010).

Les conditions climatiques semblent quelquefois influencer l'activité de butinage des insectes sur les fleurs de *A. hypogaea* (Figure 2). En 2009, la corrélation s'est révélée positive et significative entre le nombre de visites des insectes et la température ( $r = 0,91$  ;  $ddl = 4$  ;  $p < 0,05$ ), négative et significative entre l'humidité relative et le nombre des visites par tranche horaire ( $r = - 0,71$  ;  $ddl = 4$  ;  $p < 0,05$ ). En 2010, la corrélation s'est révélée positive et non significative entre le nombre de visites des insectes et la température ( $r = 0,66$  ;  $ddl = 4$  ;  $p > 0,05$ ), négative et non significative entre le nombre des visites des insectes et l'humidité relative de l'air ( $r = - 0,51$  ;  $ddl = 4$  ;  $p > 0,05$ ).

#### Produits floraux récoltés

Sur les fleurs de *A. hypogaea*, les insectes récoltent intensément et exclusivement du pollen (Figure 3). Toutes les 1531 et 1115 durées de visites enregistrées en 2009 et en 2010, étaient consacrées à la récolte du pollen.

#### Rythme des visites selon les étapes de la floraison

En général, les visites sont plus fréquentes sur les plantes lorsque le nombre de fleurs épanouies qu'elles portent est plus élevé. Nous avons trouvé une corrélation positive et hautement significative entre le nombre de fleurs épanouies et le nombre de visites d'insectes en 2009 ( $r = 0,67$  ;  $ddl = 49$  ;  $p < 0,01$ ) et en 2010 ( $r = 0,49$  ;  $ddl = 46$  ;  $p < 0,01$ ).

#### Rythme journalier des visites selon les étapes de la floraison

L'activité des insectes commence le matin avec l'épanouissement des fleurs et diminue fortement aux environs de 17 h. La période journalière d'activité optimale des insectes se situe entre 10 h - 11 h en 2009 et entre 8 h - 9 h en 2010 (Tableau 2).

#### Abondance des insectes

Le plus grand nombre d'individus simultanément en activité sur une fleur était de 1 en 2009 ( $n = 371$ ,  $s = 0$ ) et en 2010 ( $n = 180$ ,  $s = 0$ ). Pour les abondances par 1000 fleurs, celles-ci variaient de 7,33 ( $n = 60$ ,  $s = 4,35$ ) chez *Ceratina* sp. 2 à 19,02 ( $n = 52$ ,  $s = 28,13$ ) chez *Halictus* sp. en 2009 et de 6,54 ( $n = 51$ ,  $s = 6,31$ ) chez *Camponotus flavomarginatus* à 21,13 ( $n = 54$ ,  $s = 25,32$ ) chez *Ceratina* sp. 1 en 2010 (Tableau 3).

#### Durée des visites par fleur

La durée moyenne d'une visite d'insecte par fleur de *A. hypogaea* variait de 25,94 sec ( $n = 310$  ;  $s = 18,68$ ) chez *Halictus* sp. à 34,34 sec ( $n = 505$  ;  $s = 23,41$ ) chez *Ceratina* sp. 1 en 2009 et de 10,53 sec ( $n = 115$  ;  $s = 9,84$ ) chez *Lasioglossum* sp. 1 à 35,08 sec ( $n = 316$  ;  $s = 22,27$ ) chez *Ceratina* sp. 1 en 2010 (Tableau 4).

#### Vitesse de butinage

La vitesse moyenne de butinage des fleurs de *A. hypogaea* variait de 1,96 fleurs/min ( $n = 91$  ;  $s = 1,61$ ) chez *Ceratina* sp. 1 à 6 fleurs/min ( $n = 83$  ;  $s = 2,67$ ) chez *Ceratina* sp. 4 en 2009 et de 1,86 fleurs/min ( $n = 102$  ;  $s = 1,60$ ) chez *Ceratina* sp. 1 à 7,86 fleurs/min ( $n = 76$  ;  $s = 2,28$ ) chez *Lasioglossum* sp. 1 en 2010 (Tableau 5).

#### Influence de la flore avoisinante

Durant la période d'observation, plusieurs autres espèces végétales en fleurs en bordure de la parcelle de *A. hypogaea* étaient visitées pour leur nectar (Ne) et/ou pour leur pollen (Po) par les insectes butineurs de cette Fabacée. Parmi ces plantes, nous citerons: *Bidens pilosa* (Asteraceae, Ne et Po), *Brachiara brizantha* (Fabaceae, Po), *Cajanus cajan* (Fabaceae, Ne et Po), *Callistemon rigidus* (Myrtaceae, Ne et Po), *Gossypium hirsutum* (Malvaceae, Ne et Po), *Phaseolus coccineus* (Fabaceae, Ne), *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae, Ne et Po), *Senna mimosoides* (Asteraceae, Ne et Po), *Tithonia diversifolia* (Asteraceae, Ne et Po), *Waltheria indica* (Sterculiaceae, Ne et Po). Nous n'avons noté aucun passage d'insectes des fleurs de *A. hypogaea* aux fleurs d'autres espèces

végétales et vice versa. Les butineuses étaient ainsi fidèles aux fleurs de *A. hypogaea* lors des voyages de butinage.

#### **Valeur apicole**

Pendant les périodes de floraison de *A. hypogaea*, nous avons noté une très faible activité des ouvrières de *A. m. adansonii* au niveau des fleurs de cette fabaceae. Seulement quatre visites ont été enregistrées et ceci en 2010, soit 0,39% des visites d'insectes. Ces données mettent en évidence la faible attractivité du pollen de *A. hypogaea* vis-à-vis de *A. m. adansonii*. Elles permettent de classer cette espèce végétale parmi les plantes apicoles faiblement pollinifères.

#### **Impact des insectes floricoles sur la pollinisation et les rendements en gousses et en graines**

Pendant la récolte du pollen, la fréquence des visites avec contact entre les insectes et le stigmate est de 100% aussi bien en 2009 qu'en 2010. Ils augmentaient donc fortement les possibilités de pollinisation de *A. hypogaea*.

#### **Taux de fructification**

En 2009, le taux de fructification a été de 11,88% dans le traitement 1 et de 8,93% dans le traitement 2. La différence entre ces deux pourcentages est très hautement significative ( $X^2 = 156,45$ ;  $p < 0,001$ ). Le pourcentage ( $P_i$ ) du taux de fructification dû à l'influence des insectes floricoles a été de 24,83%.

En 2010, le taux de fructification a été de 25,63% dans le traitement 1 et de 11,17% dans le traitement 2. La différence entre ces deux pourcentages est très hautement significative ( $X^2 = 348,14$ ;  $p < 0,001$ ). Le pourcentage ( $P_i$ ) du taux de fructification dû à l'influence des insectes floricoles a été de 54,47%.

Pour l'ensemble des deux années d'études, le pourcentage ( $P_i$ ) du taux de fructification dû à l'influence des insectes floricoles a été de:

$$P_i = \{[(P_i \text{ pour } 2009) + (P_i \text{ pour } 2010)] / 2\} = 39,65\%$$

La différence entre les taux de fructification des traitements 1 est très

hautement significative ( $X^2 = 792,74$ ;  $p < 0,001$ ). En conséquence, le nombre de gousses produit en 2010 a été plus élevé que celui de 2009.

L'influence des insectes anthophiles sur la fructification de *A. hypogaea* a donc été positive.

#### **Nombre moyen de graines par gousse**

En 2009, le nombre moyen de graines par gousse dans le traitement 1 a été de 1,93 ( $n = 4351$ ;  $s = 0,61$ ) et de 1,64 ( $n = 2805$ ;  $s = 0,6$ ) dans le traitement 2. La différence entre ces moyennes est très hautement significative ( $t = 17,51$ ;  $p < 0,001$ ). Le pourcentage ( $P_g$ ) du nombre de graines par gousse attribuable à l'influence des insectes floricoles a été de 15,03%.

En 2010, le nombre moyen de graines par gousse dans le traitement 1 a été de 2,08 ( $n = 1476$ ;  $s = 0,6$ ) et de 1,77 ( $n = 522$ ;  $s = 0,65$ ) dans le traitement 2. La différence entre ces moyennes est très hautement significative ( $t = 10,89$ ;  $p < 0,001$ ). Le pourcentage ( $P_g$ ) du nombre de graines par gousse attribuable à l'influence des insectes floricoles a été de 14,90%.

Pour l'ensemble des deux années d'études, le nombre moyen de graines par gousse dû à l'influence des insectes floricoles a été de:

$$P_g = \{[(P_g \text{ pour } 2009) + (P_g \text{ pour } 2010)] / 2\} = 14,97\%$$

La différence entre le nombre moyen de graines par gousse des traitements 1 est très hautement significative ( $t = 7,13$ ;  $p < 0,001$ ). En conséquence, le nombre de graines par gousse en 2010 a été plus élevé que celui de 2009.

L'influence des insectes anthophiles sur l'augmentation du nombre de graines par gousse de *A. hypogaea* a donc été positive.

#### **Pourcentage de graines normales**

En 2009, le pourcentage de graines normales a été de 91,68% dans le traitement 1 et de 65,41% dans le traitement 2. La différence entre ces deux pourcentages est très hautement significative ( $X^2 = 1128,26$ ;  $p < 0,001$ ). Le pourcentage des graines normales attribuable à l'influence des insectes floricoles a été de 28,65%.

En 2010, le pourcentage de graines normales a été de 92,73% dans le traitement 1 et de 69,65% dans le traitement 2. La différence entre ces deux pourcentages est très hautement significative ( $X^2 = 246,64$  ;  $p < 0,001$ ). Le pourcentage des graines normales attribuable à l'influence des insectes floricoles a été de 24,89%.

Pour l'ensemble des deux années d'études, le pourcentage de graines normales dû à l'influence des insectes floricoles a été de:

$$Pn = \{[(Pn \text{ pour } 2009) + (Pn \text{ pour } 2010)] / 2\} = 26,77\%.$$

La différence entre le pourcentage de graines normales des traitements 1 est non significative ( $X^2 = 2,53$  ;  $p > 0,05$ ).

L'influence des insectes anthophiles sur la réduction du nombre de graines abortives par gousse de *A. hypogaea* a donc été positive.

**Tableau 1 :** Insectes recensés sur les fleurs de *Arachis hypogaea* en 2009 et 2010, nombre et pourcentage de visites des différents insectes.

Insectes			2009		2010		Total <sub>2009/2010</sub>		
Ordre	Famille	Genre, Espèce, Sous-espèce	n <sub>1</sub>	P <sub>1</sub> (%)	n <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> (%)	n <sub>T</sub>	P <sub>T</sub> (%)	
Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera adansonii</i> (pollen)	.	.	4	0,39	4	0,16	
		<i>Ceratina</i> sp. 1 (pollen)	124	8,58	37	3,64	161	6,54	
		<i>Ceratina</i> sp. 2 (pollen)	58	4,01	243	23,89	301	12,22	
		<i>Ceratina</i> sp. 3 (pollen)	12	0,83	206	20,26	218	8,85	
		<i>Ceratina</i> sp. 4 (pollen)	30	2,08	100	9,83	130	5,28	
	<b>Total Apidae</b>			<b>224</b>	<b>15,5</b>	<b>590</b>	<b>58,01</b>	<b>814</b>	<b>33,05</b>
	Halictidae	<i>Crocisaspidia chandleri</i> (pollen)	65	4,5	.	.	65	2,64	
		<i>Halictus</i> sp. (pollen)	535	36,1	69	6,78	604	24,52	
		<i>Lasioglossum</i> sp. 1 (pollen)	556	38,46	195	19,17	751	30,49	
		<b>Total Halictidae</b>	<b>1156</b>	<b>79,06</b>	<b>264</b>	<b>25,95</b>	<b>1420</b>	<b>57,65</b>	
Formicidae	<i>Camponotus flavomarginatus</i> (pollen)	.	.	60	5,9	60	2,44		
	<i>Camponotus</i> sp. (pollen)	26	1,8	14	1,38	40	1,62		
	<i>Polyrachis</i> sp. (pollen)	10	0,69	.	.	10	0,41		
	<b>Total Formicidae</b>	<b>36</b>	<b>2,49</b>	<b>74</b>	<b>7,28</b>	<b>110</b>	<b>4,47</b>		
Vespidae	(1 sp.) (pollen)	2	0,14	.	.	2	0,08		
Sphecidae	(1 sp.) (pollen)	6	0,41	.	.	6	0,24		
<b>Total Hymenoptera</b>			<b>1424</b>	<b>98,48</b>	<b>928</b>	<b>91,25</b>	<b>2352</b>	<b>95,49</b>	
Coleoptera	Meloidae	<i>Coryna</i> sp. (mange les fleurs)	4	0,28	71	6,98	75	3,05	
	Lagriidae	<i>Lagria villosa</i> (mange les fleurs)	5	0,35	.	.	5	0,2	
	<b>Total Coleoptera</b>		<b>9</b>	<b>0,63</b>	<b>71</b>	<b>6,98</b>	<b>80</b>	<b>3,25</b>	
Lepidoptera	Pieridae	<i>Eurema</i> sp. 1 (pollen)	3	0,21	9	0,88	12	0,49	
		<i>Eurema</i> sp. 2 (pollen)	3	0,21	.	.	3	0,12	
	Nymphalidae	<i>Graphium pylades</i> (pollen)	3	0,21	.	.	3	0,12	
	<b>Total Lepidoptera</b>		<b>9</b>	<b>0,63</b>	<b>9</b>	<b>0,88</b>	<b>18</b>	<b>0,73</b>	
Diptera	Syrphidae	(1 sp.) (pollen)	4	0,28	9	0,88	13	0,53	
<b>Total</b>			<b>17</b>		<b>12</b>		<b>19</b>		
			<b>espèces</b>		<b>espèces</b>		<b>espèces</b>		

n<sub>1</sub>: nombre de visites sur 36620 fleurs en 52 jours, n<sub>2</sub>: nombre de visites sur 5760 fleurs en 49 jours, p<sub>1</sub> et p<sub>2</sub>: pourcentages des visites, sp: espèces indéterminées. p<sub>1</sub> = (n<sub>1</sub>/1446) x 100, p<sub>2</sub> = (n<sub>2</sub>/1017) x 100.

**Tableau 2 :** Fréquence des visites d'insectes sur les fleurs de *Arachis hypogaea* en fonction des tranches horaires d'observation en 2009 et 2010 à Dang.

Année	Visites	Tranches horaires (heures)					
		6-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17
2009	Nombre	0	327	487	415	172	45
	%	0	22,61	33,68	28,7	11,89	3,11
2010	Nombre	0	299	278	216	148	76
	%	0	29,4	27,34	21,24	14,55	7,47

**Tableau 3 :** Abondance par 1000 fleurs de quelques insectes sur les fleurs de *Arachis hypogaea* en 2009 et 2010 à Dang.

Insectes	Années	n	Abondance moyenne par 1000 fleurs (AMMF)					Comparaison des moyennes
			m	s	mini	maxi		
<i>Lasioglossum</i> sp. 1	2009	52	7,41	22,75	12	152	t = -1,07 ; P > 0,05 ; NS	
	2010	85	10,91	7,77	3	60		
	T <sub>2009/2010</sub>	137	9,59	15,31	3	152		
<i>Camponotus flavomarginatus</i>	2009	52	12,68	24,82	12	152	t = 1,73 ; P > 0,05 ; NS	
	2010	51	6,54	6,31	3	60		
	T <sub>2009/2010</sub>	103	9,64	18,36	3	152		
<i>Ceratina</i> sp. 1	2009	52	18,59	24,42	12	152	t = -0,53 ; P > 0,05 ; NS	
	2010	54	21,13	25,32	12	152		
	T <sub>2009/2010</sub>	106	19,87	24,80	12	152		
<i>Ceratina</i> sp. 2	2009	60	7,33	4,35	5	71	t = -0,31 ; P > 0,05 ; NS	
	2010	61	7,58	4,62	5	59		
	T <sub>2009/2010</sub>	121	7,45	4,47	5	71		
<i>Ceratina</i> sp. 3	2009	60	7,94	5,5	6	90	t = -0,45 ; P > 0,05 ; NS	
	2010	56	8,36	4,54	9	57		
	T <sub>2009/2010</sub>	116	8,14	5,04	6	90		
<i>Ceratina</i> sp. 4	2009	58	9,96	6,80	4	90	t = -1,01 ; P > 0,05 ; NS	
	2010	64	11,25	7,26	4	70		
	T <sub>2009/2010</sub>	122	10,64	7,05	4	90		
<i>Coryna</i> sp.	2009	66	7,98	3,06	5	77	t = -1,59 ; P > 0,05 ; NS	
	2010	61	8,96	3,82	5	59		
	T <sub>2009/2010</sub>	127	8,41	3,30	5	77		
<i>Eurema</i> sp. 1	2009	64	8,72	4,3	5	74	t = -0,56 ; P > 0,05 ; NS	
	2010	53	9,17	4,38	5	54		
	T <sub>2009/2010</sub>	117	8,98	4,37	5	74		
<i>Halictus</i> sp.	2009	52	19,02	28,13	12	152	t = -0,31 ; P > 0,05 ; NS	
	2010	51	20,80	29,68	12	147		
	T <sub>2009/2010</sub>	103	19,90	28,78	12	152		
Total	T <sub>2009/2010</sub>	1052	11,15	15,45	3	152	F=11,77 ; P < 0,05 ; DS	

n = effectif; m = moyenne ; s = écart-type ; mini = minimum ; maxi = maximum ; NS = Différence non significative ; DS = Différence significative.



**Tableau 4:** Durée des visites de quelques insectes par fleur de *Arachis hypogaea* à Dang en 2009 et 2010.

Insectes	Années	n	Durée des visites par fleur (sec)				Comparaison des moyennes
			m	s	mini	maxi	
<i>Ceratina</i> sp. 1	2009	506	34,34	23,41	2	98	$t = -0,45 ; P > 0,05 ; NS$
	2010	316	35,08	22,27	2	97	
	T <sub>2009/2010</sub>	822	34,63	22,97	2	98	
<i>Ceratina</i> sp. 2	2009	153	32,44	23,98	2	109	$t = 1,06 ; P > 0,05 ; NS$
	2010	181	29,58	25,29	2	109	
	T <sub>2009/2010</sub>	334	30,89	24,70	2	109	
<i>Ceratina</i> sp. 3	2009	173	31,16	22,31	2	107	$t = 0,35 ; P > 0,05 ; NS$
	2010	162	30,34	20,15	2	87	
	T <sub>2009/2010</sub>	335	29,99	21,30	2	107	
<i>Ceratina</i> sp. 4	2009	87	30,44	20,15	2	90	$t = -0,65 ; P > 0,05 ; NS$
	2010	95	32,46	21,96	3	104	
	T <sub>2009/2010</sub>	182	30,89	20,17	2	104	
<i>Halictus</i> sp.	2009	310	25,94	18,68	2	87	$t = 8,53 ; P < 0,001 ; THS$
	2010	170	13,84	12,27	2	52	
	T <sub>2009/2010</sub>	480	21,82	17,67	2	87	
<i>Crociaspidia chandleri</i>	2009	96	28,2	18,28	2	83	$t = 0,18 ; P > 0,05 ; NS$
	2010	77	27,69	17,82	2	83	
	T <sub>2009/2010</sub>	173	27,97	18,03	2	83	
<i>Lasioglossum</i> sp. 1	2009	206	30,73	20,52	2	91	$t = 11,89 ; P < 0,001 ; THS$
	2010	114	10,53	9,84	1	63	
	T <sub>2009/2010</sub>	320	23,47	19,95	1	91	
Total	T <sub>2009/2010</sub>	2646	30,47	22,23	1	109	$F = 13,30 ; P < 0,05 ; DS$

n = nombre de visites étudiées ; m = moyenne ; s = écart-type ; mini = minimum ; maxi = maximum ; NS = Différence non significative ; DS = Différence significative ; THS = Différence très hautement significative.

**Tableau 5 :** Vitesse de butinage de quelques insectes sur les fleurs de *Arachis hypogaea* à Dang en 2009 et 2010.

Insectes	Années	n	Vitesse de butinage (min)				Comparaison des moyennes
			m	s	mini	maxi	
<i>Ceratina</i> sp. 1	2009	91	1,96	1,61	0,45	4,76	$t = 0,43 ; P > 0,05 ; NS$
	2010	102	1,86	1,60	0,45	4,76	
	T <sub>2009/2010</sub>	193	1,89	1,57	0,45	4,76	
<i>Ceratina</i> sp. 2	2009	99	2,82	1,68	0,85	7,5	$t = -0,53 ; P > 0,05 ; NS$
	2010	115	2,95	1,92	0,85	8,57	
	T <sub>2009/2010</sub>	214	2,89	1,81	0,85	8,57	
<i>Ceratina</i> sp. 3	2009	100	2,38	1,63	1,31	2,1	$t = -0,28 ; P > 0,05 ; NS$
	2010	129	2,44	1,64	1,04	8,57	
	T <sub>2009/2010</sub>	229	2,42	1,63	1,04	8,57	
<i>Ceratina</i> sp. 4	2009	83	6,00	2,67	1,98	13,85	$t = -1,56 ; P > 0,05 ; NS$
	2010	61	6,78	3,17	1,98	13,9	
	T <sub>2009/2010</sub>	144	6,42	3,22	1,98	13,85	
<i>Halictus</i> sp.	2009	63	2,18	1,95	0,41	11,76	$t = 0,80 ; P > 0,05 ; NS$
	2010	51	1,91	1,65	0,41	10,00	
	T <sub>2009/2010</sub>	114	2,06	1,82	0,41	11,76	
<i>Lasioglossum</i> sp. 1	2009	44	2,93	2,68	0,56	15,00	$t = -10,24 ; P < 0,001 ; THS$
	2010	76	7,86	2,28	3,87	13,30	
	T <sub>2009/2010</sub>	120	6,05	3,41	0,56	15,00	
Total	T <sub>2009/2010</sub>	1014	3,38	2,83	0,41	15,00	$F = 123,70 ; P < 0,05 ; DS$

n = effectif ; m = moyenne ; s = écart-type ; mini = minimum ; maxi = maximum ; NS = Différence non significative ; DS = Différence significative ; THS = Différence très hautement significative.

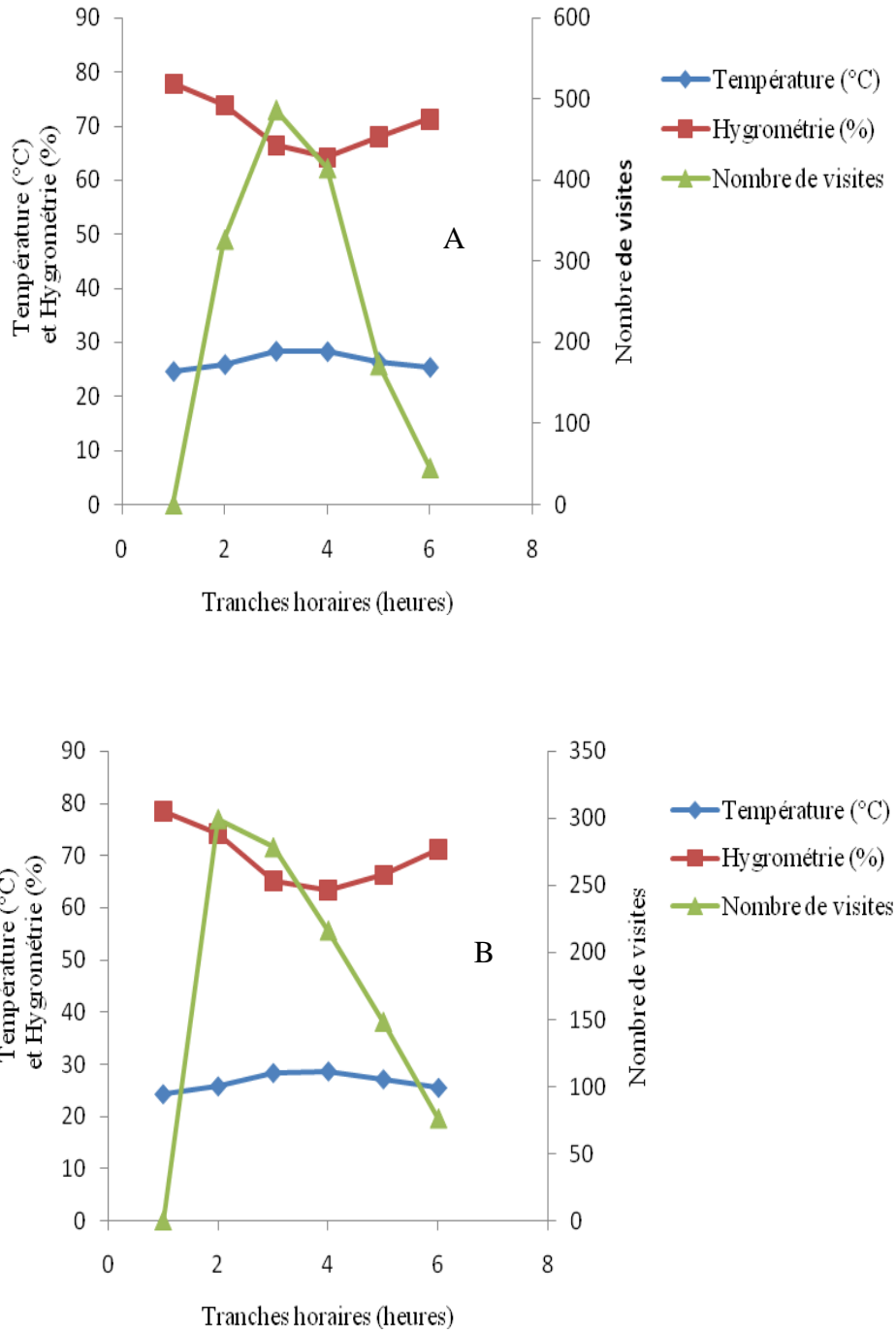
**Tableau 6 :** Taux de fructification, nombre moyen de graines par gousse et pourcentage des graines normales selon les traitements de *Arachis hypogaea* en 2009 et 2010 à Dang.

Années	Traitements	NFE	NgF	TF (%)	Graines/gousse			NTG	NGN	% GN
					n	m	s			
2009	1 (F1)	36 620	4351	11,88	4 351	1,93	0,61	6 921	6 345	91,68
	2 (F1)	31 410	2805	8,93	2 805	1,64	0,6	3 510	2 297	65,41
2010	1 (F1)	5760	1476	25,63	1476	2,08	0,6	2255	2091	92,73
	2 (F1)	4673	522	11,17	522	1,77	0,65	649	452	69,65

Comparaison des taux de fructification: (F1<sub>2009</sub>/F1<sub>2009</sub>):  $\chi^2 = 156,45$ ;  $P < 0,001$ ; THS; (F1<sub>2010</sub>/F1<sub>2010</sub>):  $\chi^2 = 348,14$ ;  $P < 0,001$ ; THS; (F1<sub>2009</sub>/F1<sub>2010</sub>):  $\chi^2 = 792,74$ ;  $P < 0,001$ ; THS;  $\chi^2_{Global} = 654,01$ ;  $P < 0,001$ ; THS, Comparaison des nombres moyens de graines/gousse: (F1<sub>2009</sub>/F1<sub>2009</sub>):  $t = 17,51$ ;  $P < 0,001$ ; THS; (F1<sub>2010</sub>/F1<sub>2010</sub>):  $t = 10,89$ ;  $P < 0,001$ ; THS; (F1<sub>2009</sub>/F1<sub>2010</sub>):  $t = 7,13$ ;  $P < 0,001$ ; THS, Comparaison des pourcentages de graines normales: (F1<sub>2009</sub>/F1<sub>2009</sub>):  $\chi^2 = 1128,26$ ;  $P < 0,001$ ; THS; (F1<sub>2010</sub>/F1<sub>2010</sub>):  $\chi^2 = 246,64$ ;  $P < 0,001$ ; THS; (F1<sub>2009</sub>/F1<sub>2010</sub>):  $\chi^2 = 2,53$ ;  $P > 0,05$ ; NS;  $\chi^2_{Global} = 37,42$ ;  $P < 0,001$ ; THS, Comparaison globale des moyennes:  $F = 372,16$ ;  $P < 0,05$ ; DS.



**Figure 1 :** Graines de *Arachis hypogaea* de la variété 55-437 RMP-91.



**Figure 2 :** Distribution journalière du nombre des visites d’insectes sur 36620 et 5760 fleurs de *Arachis hypogaea* en 2009 (A) et 2010 (B) respectivement, en fonction de la température et de l’hygrométrie moyenne.



**Figure 3 :** *Ceratina* sp. récoltant du pollen dans une fleur de *Arachis hypogaea*.

## DISCUSSION

### Activité des insectes sur les fleurs de *Arachis hypogaea*

A Dang (dans la région de l'Adamaoua), les principaux insectes anthophiles de *A. hypogaea* appartiennent à l'ordre des Hyménoptères, avec la famille des Halictidae qui est la plus abondante. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Tchuenguem Fohouo (1993) qui a travaillé sur l'activité des insectes anthophiles de l'arachide dans la zone de Nkolbisson (Yaoundé) et a trouvé que l'ordre le plus important est celui des Hyménoptères (93,56% des visites) avec la famille des Halictidae qui est la plus abondante. La diversité et l'abondance des insectes anthophiles de *A. hypogaea* peuvent varier avec les régions. Ainsi, à Java, Heide (1923) a mentionné que les Lycaenidae, les Xylocopinés, les Ceratinidés et les Apidés (notamment *Melipona* sp. et *Apis cerana*) étaient les plus abondants. De même, en Israël, Carmin (Free, 1970) a noté que *Ceratina bispinosa* est le principal insecte visiteur. Par contre, au Malawi, *Apis mellifica*, *Nomia* spp. et *Megachile* spp. ont été les

visiteurs les plus communs (Gibbons et Tattersfield, 1969).

Dans l'ensemble, les insectes sont abondants sur les fleurs dans la matinée. Cette période journalière correspondrait au moment de la journée où le pollen de *A. hypogaea* est disponible en grande quantité. Ces observations corroborent celles de Hammons et al. (1963) qui indiquent que les Halictidae et les Megachilidae étaient très abondants sur les plantes dans la matinée, au moment où le pollen est libéré.

La faible abondance des butineuses par fleur et par 1000 fleurs serait liée à l'absence de nectar dans la fleur et à la faible production de pollen par la plante. Les mêmes résultats ont été rapportés à Nkolbisson par Tchuenguem Fohouo (1993). Par contre, à Campo, Tchuenguem Fohouo et al. (2000) ont trouvé 4 ouvrières de *Apis mellifica* sur un pied de *A. hypogaea*.

La durée moyenne d'une visite de récolte de pollen varie avec l'insecte et ceci d'une année à une autre. La durée des visites semble être liée à l'accessibilité au pollen de *A. hypogaea*. Nos données confirment celles de Leuk et Hammons (1965) qui ont indiqué

que la durée d'une visite d'Halictidé peut dépasser 180 secondes par fleur. Ceci pourrait s'expliquer par des interruptions de visites d'insectes chercheurs de pollen par d'autres insectes. L'interruption d'une visite a lieu à la suite des pluies violentes, des collisions entre les visiteurs, des tentatives de capture du visiteur par un prédateur ou de l'approche de la fleur déjà occupée par un premier visiteur. L'interruption des visites chez les Apoïdes peut entraîner la réduction de la durée d'une visite par fleur et la perte d'une partie du pollen transporté. Ceci a pour conséquence la prolongation de l'activité exploratrice de l'Apoïde lors d'un voyage de butinage.

Pour l'ensemble des insectes butineurs, le passage de *A. hypogaea* à une autre plante avoisinante n'a pas été observé. Ceci prouve que les butineuses des fleurs de *A. hypogaea* étaient fidèles à cette Fabaceae. Ce phénomène est connu sous l'expression «constance florale» (Basualdo et al., 2000). La constance florale est un aspect important dans la gestion de la pollinisation.

Nous avons noté une très faible activité des ouvrières de *A. m. adansonii* sur les fleurs de *A. hypogaea* durant nos investigations. Ceci serait dû au fait que le pollen de cette plante n'est pas attractif pour cette abeille dans nos conditions d'observation.. La valeur apicole de cette fabaceae est presque nulle à Dang.

#### **Impact de l'activité des insectes sur la pollinisation et les rendements de *Arachis hypogaea***

Au cours de leur récolte de pollen, les insectes rentrent fréquemment en contact avec le stigmate. Ils peuvent intervenir directement dans l'autopollinisation, en mettant le pollen d'une fleur sur le stigmate de celle-ci. Ceci est d'autant plus probable que l'autogamie est prépondérante chez *A. hypogaea* (Hammons et Leuk, 1966).

Les insectes (principalement les Apoïdes) transportent le pollen de fleur en fleur et peuvent ainsi jouer un rôle positif dans la géitogamie, en mettant le pollen d'une fleur sur le stigmate d'une autre fleur de la même plante. Les insectes qui passent de fleur en fleur sur différentes plantes peuvent transporter le pollen d'une plante à une autre.

Ils peuvent favoriser la xénogamie, en mettant le pollen d'une plante sur le stigmate d'une fleur d'une autre plante. Cette dernière forme de pollinisation est d'autant plus probable que l'allogamie existe chez *A. hypogaea* (Hammons et Leuk, 1966).

Les insectes secouent les fleurs pendant leurs visites. Ce mouvement faciliterait la libération optimale de pollen pour l'occupation du stigmate. La charge optimale de pollen sur le stigmate serait favorable à la formation des gousses et des graines. En effet, Segeren et al. (1996) ont montré qu'une pollinisation efficace permet l'augmentation des rendements et la qualité du fruit est meilleure. En agitant les fleurs, les insectes anthophiles interviennent dans l'autopollinisation. Comme l'avait signalé Tchuenguem Fohouo (1993), le rôle des insectes sur l'autopollinisation de l'arachide serait proportionnel à l'aptitude à provoquer l'agitation de la fleur. Pour cette raison, il est attribuable principalement aux Apoïdes. Girardeau et Leuck (1967) ont d'ailleurs montré que les fleurs d'arachide engagées et non manipulées produisent moins de gousses (de 4 à 10%) que les fleurs également engagées, mais constamment agitées à la main.

Le taux d'intervention des insectes floricoles sur la productivité de l'arachide est connu dans d'autres régions : en Egypte, les insectes ont augmenté la productivité grainière d'environ 46% (Rashad et al., 1978). Girardeau et Leuk (1967) ont signalé qu'en Georgie, les Apoïdes augmentent les rendements en gousses de 6 à 11%.

#### **Conclusion**

A Ngaoundéré, *A. hypogaea* est une plante pollinifère qui bénéficie de la pollinisation par les insectes. En comparant le rendement des plantes non protégées à celui des plantes protégées des insectes, il est apparu que les insectes anthophiles ont augmenté le taux de fructification, le nombre moyen de graines par gousse ainsi que le pourcentage de graines normales en 2009 et 2010. La grande majorité des insectes inventoriés sur les fleurs d'arachide sont des pollinisateurs de cette plante. Les plus intéressants d'entre eux sont des Abeilles de la

famille des Halictidés qui sont de bons récolteurs du pollen de la Fabacée. Le traitement des plants d'arachide aux pesticides chimiques est à éviter pendant la période de floraison, afin de ne pas menacer les insectes pollinisateurs.

## REFERENCES

- Basualdo M, Bedascarrasbure E, De Jong D. 2000. Africanized honey bees (Hymenoptera: Apidae) have a greater fidelity to sunflowers than European bees. *J. Econ. Entomol.*, **2**: 304-307.
- Demarly. 1977. *Génétiq ue et Amélioration des Plantes*. Masson: Paris; 577.
- Dongock ND, Foko J, Pinta LV, Tchoumboue J, Zango P. 2004. Inventaire et identification des plantes mellifères de la zone soudano-guinéenne d'altitude de l'Ouest Cameroun. *Tropicultura*, **22**(3): 139-145.
- Douka C, Tchuenguem Fohouo F-N. 2013. Foraging and pollination behavior of *Apis mellifera adansonii* L. (Hymenoptera, Apidae) on *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae) flowers at Maroua (Cameroon). *International Research Journal of Plant Science*, **4**(2): 45-54.
- Dounia, Tchuenguem Fohouo 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.
- DSCE. 2009. Document de stratégie pour la croissance et l'emploi. MINEPAT, Cameroun, 112.
- Fameni TS, Tchuenguem Fohouo F-N, Brückner D. 2012. Pollination efficiency of *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera, Apidae) on *Callistemon rigidus* R. Br. 1819 flowers at Dang (Ngaoundere-Cameroon). *IJTIS*. **32**(1): 2-11.
- Free JB. 1970. *Insect Pollinisation of Crops*. Academic Press: London, New York; 544.
- FAO. 2003. Commission du codex alimentarius. Rapport de la dix-huitième session du comité du codex sur les graisses et les huiles, Londres, 78.
- Gibbons RW, Tattersfield JR. 1969. Out-crossing trials with groundnuts (*Arachis hypogaea* L.). *Rhodesia Zambia Malawi Journ. Agr. Res.*, **7**: 71-75.
- Girardeau JH, Leuk DB. 1967. Effect of mechanical and bee tripping on yield of the peanut. *Journ. Econ. Entomol.*, **60**: 1454-1455.
- Heide FFR. 1923. Biological observations of *Arachis hypogaea* L. *Alg. Proefsta. V. Landb. Meded.*, **14**: 1-19.
- Hammons RO, Leuk DB. 1966. Natural cross-pollination of the peanut, *Arachis hypogaea* L., in the presence of bees and thrips. *Agronomy Journal*, **58**: 396.
- Hammons RO, Krombein KV, Leuk DB. 1963. Somme bees (Apoidea) associated with peanut flowering. *Journ. Econ. Entomol.*, **56**: 905.
- Jean-Prost P. 1987. *Apiculture : Connaître l'Abeille - Conduire le Rucher* (6<sup>e</sup> éd), Lavoisier: Paris; 579.
- Jacob-Remacle A. 1989. Comportement de butinage de l'abeille domestique et des Abeilles sauvages dans des vergers de pommiers en Belgique. *Apidologie*, **20**(4): 271-285.
- Kalfaoui JLB. 1988. Approche de l'amélioration génétique de l'adaptation à la sécheresse des espèces cultivées en zone semi-aride. Application au cas de l'arachide (*Arachis hypogaea* L.) destinée à la région sèche du Sénégal. Thèse de Doctorat, Université Paris-Sud, p. 67-68.
- Kingha TBM, Tchuenguem Fohouo F-N, Ngakou A, Brückner D. 2012. Foraging and pollination activities of *Xylocopa olivacea* (Hymenoptera, Apidae) on *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae) flowers at Dang (Ngaoundere - Cameroon). *J.A.E.R.D.*, **4**(6): 330-339.
- Leuk DB, Hammons RO. 1965. Pollen collecting activities of bees among peanut flowers. *Journ. Econ. Entomol.*, **58**: 1028-1030.
- MINADER/DESA. 2010. Annuaire des Statistiques du Secteur Agricole Campagnes 2007 & 2008. AGRI-STAT, **16**: 98.

- Pando JB, Tchuenguem Fohouo F-N, Tamesse JL. 2011a. Foraging and pollination behaviour of *Xylocopa calens* Lepeletier (Hymenoptera: Apidae) on *Phaseolus coccineus* L. (Fabaceae) flowers at Yaoundé (Cameroon). *Entomol. Res.*, **41**: 185-193.
- Pando JB, Tchuenguem Fohouo F-N, Tamesse JL. 2011b. Pollination and yield responses of pigeon pea (*Cajanus cajan* L. Mill sp.) to the foraging activity of *Chalicodoma cincta cincta* (Hymenoptera: Megachilidae) in Yaoundé (Cameroon). *J.A.P.S.*, **11**(1): 1346-1357.
- Pouvreau A. 1984. Cultures tropicales oléagineuses. In *Pollinisation et Productions végétales*. PESSON P., LOUVEAUX J., INRA: Paris; 331-347.
- Praquin JY, Tardieu M. 1976. L'arachide dans les zones d'altitude de l'ouest-cameroun. *L'agronomie Tropicale*, **31**(1): 83-89.
- Rashad SE, Ewies MA, El Rabie HG. 1978. Pollinators of peanuts (*Arachis hypogaea* L.) and the effect of honeybees on its yield. In 4<sup>th</sup> intern. Simp. on pollination. *Md. Agric. Exp. Sta. Spec. Misc. Publ.*, **1**: 227-230.
- Roubik DW. 2000. Pollination system stability in Tropical America. *Conserv. Biol.*, **14**(5): 1235-1236.
- Schwartz. 1984. *Méthodes Statistiques à l'Usage des Médecins et des Biologistes*. Flammarion Médecine-Science; Paris; 318.
- Segeren P, Mulder V, Beetsma J, Sommeijer R. 1996. *Apiculture sous les tropiques*. Agrodok 32, (5<sup>ème</sup> edn), Agromisa, Wageningen; 88.
- Tchuenguem Fohouo F-N. 1993. Activités des insectes anthophiles et son impact sur les rendements de deux plantes cultivées au Cameroun : *Zea mays* L. (Gramineae) et *Arachis hypogaea* L. (Papilionaceae). Thèse de Doctorat de 3<sup>è</sup> Cycle, Université de Yaoundé I, p.133.
- 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, p. 103.
- Tchuenguem Fohouo F-N, Messi J, Nkongmeneck BA. 2000. Exploitation des fleurs de quelques plantes par les insectes à Campo (Sud-Cameroun). *Rev. Sci. Technol. Dev.*, **1**(7): 12-17.
- Tchuenguem Fohouo F-N, Messi J, Pauly A. 2001. Activité de *Meliponula erythra* sur les fleurs de *Dacryodes edulis* et son impact sur la fructification. *Fruits*, **56**: 179-188.
- Tchuenguem Fohouo F-N, Djonwangwe D, Messi J, Brückner D. 2007. Exploitation of *Entada africana*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Psidium guajava* and *Trichillia emetica* flowers by *Apis mellifera adansonii* at Dang (Ngaoundéré, Cameroon). *Cameroon Journal of Experimental Biology*, **3**: 50-60.
- Tchuenguem Fohouo F-N, Djonwangwe D, Messi J, Brückner D. 2009a. Activité de butinage et de pollinisation d'*Apis mellifera adansonii* sur les fleurs de *Helianthus annuus* (Asteraceae) à Ngaoundéré (Cameroun). *Cameroon Journal of Experimental Biology*, **5**: 1-9.
- Tchuenguem Fohouo F-N, Ngakou A, Kengni BS. 2009b. Pollination and yield responses of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) to the foraging activity of *Apis mellifera adansonii* (Hymenoptera: Apidae) at Ngaoundéré (Cameroon). *African Journal of Biotechnology*, **9**: 1988-1996.
- Vallardir F. 1964. *Encyclopédie du Monde végétal*. Tome II. Lidis Edition, Paris; 532.