



Original Paper

<http://indexmedicus.afro.who.int>

## Impact de l'activité de butinage de *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera : Apidae) sur la pollinisation et la chute des jeunes fruits du karité *Vitellaria paradoxa* (Sapotaceae) à Ngaoundéré (Cameroun)

Denis DJONWANGWE<sup>1,2\*</sup>, Fernand-Nestor TCHUENGUEM FOHOUE<sup>3</sup>, Jean MESSI<sup>2</sup>,  
et Dorothea BRÜCKNER<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Ecole Normale Supérieure, Université de Maroua, BP 55 Maroua, Cameroun.

<sup>2</sup>Laboratoire de Zoologie, Université de Yaoundé I, BP 812 Yaoundé, Cameroun.

<sup>3</sup>Laboratoire de Zoologie, Université de Ngaoundéré, BP 454 Ngaoundéré, Cameroun.

<sup>4</sup>Forschungsinstitut für Bienenkunde, Universität Bremen, FB2, Postfach 330440, 28334 Bremen, Germany.

\* Auteur correspondant, E-mail: [djonwangwedenis@yahoo.fr](mailto:djonwangwedenis@yahoo.fr); Tel : (237) 75 65 85 19/99 56 92 42

### RESUME

Afin d'estimer la valeur apicole et d'évaluer l'impact de *Apis mellifera adansonii* sur le rendement fruitier de *Vitellaria paradoxa* Gaertner (Sapotaceae) au Cameroun, les activités de butinage, l'indice de fructification et le taux de chute des fruits avant maturité ont été enregistrés dans la savane de Tchabal-Bambi et de Béka (région de l'Adamaoua – Ngaoundéré). De décembre à janvier, en 2005/2006 et 2006/2007 respectivement, 120 et 200 inflorescences divisées en deux lots selon la présence ou l'absence de protection de ces inflorescences vis-à-vis des insectes ont été déterminées. Chaque année, les butineuses ont récolté le nectar et le pollen de façon intense et permanente. Le rythme des visites de *A. m. adansonii* a été positivement corrélé au rythme d'épanouissement des fleurs de *V. paradoxa*. Les données obtenues indiquent que la sapotacée est une plante apicole très fortement nectarifère et fortement pollinifère. L'indice de fructification des inflorescences non protégées a été significativement supérieur à celui des inflorescences protégées des insectes. La contribution numérique de *A. m. adansonii* dans la fructification a été de 57,74% en 2005/2006 et 53,55% en 2006/2007. La contribution numérique de *A. m. adansonii* dans la réduction du taux de chute des jeunes fruits a été de 19,04% en 2005/2006 et 52,21% en 2006/2007. L'installation des colonies de *A. m. adansonii* à proximité des populations de *V. paradoxa* est recommandée pour accroître son rendement en fruits et augmenter la production du miel.

© 2011 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clés :** *Vitellaria paradoxa*, *Apis mellifera adansonii*, butinage, pollinisation, fructification.

### INTRODUCTION

Dans la littérature, en dehors des travaux de Tchuenguem Fohouo et al. (2001, 2002, 2004, 2009a et b), Tchuenguem Fohouo (2005), Fomekong et al. (2008), Azo'o et al. (2010), et Djonwangwé et al. (2011a et b), il existe très peu d'informations sur la contribution numérique des insectes floricoles

sur les rendements fruitiers et grainier des plantes poussant au Cameroun (Tchuenguem Fohouo, 2005; Tchuenguem Fohouo et al., 2008a). Pourtant il est connu que les insectes anthophiles en général et les abeilles en particulier augmentent les rendements en fruits ou en graines de plusieurs espèces végétales, via la pollinisation des fleurs au

© 2011 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v5i4.19>

cours de leur activité de butinage (Kendal et Smith, 1976 ; Vanderborght et Rasmont, 1987 ; Ibarra-Perez, 1999 ; Sabara et Winston, 2003 ; Philippe, 1991; Tchuenguem Fohouo, 2005 ; Tchuenguem Fohouo et al., 2001, 2004, 2007, 2008a, 2008b, 2009a, 2009b, 2010a, 2010b ; Fluri et Frick, 2005 ; Sabbahi et al., 2005 ; Van't Leven et al., 2005).

Le karité *Vitellaria paradoxa* est une sapotacée des savanes soudaniennes à guinéenne (Arbonnier, 2000). Sa zone de répartition s'étend de l'Est du Sénégal au Cameroun jusqu'au Soudan (Arbonnier, 2000 ; Mapongmetsem, 2005). Cette essence existe au Cameroun depuis les steppes sahélo-soudaniennes jusqu'aux savanes péri forestières (Mapongmetsem, 2005). C'est un arbre ou un arbuste trapu, atteignant 6 à 12 m de haut, à fût généralement court (2 à 3 m) et noueux, à cime plus ou moins sphérique, dense, fortement branchue et ramifiée (Arbonnier, 2000). La floraison a lieu pendant la saison sèche lorsque l'arbre est défeuillé. Les inflorescences sont des ombelles compactes de 20 à 40 fleurs disposées à l'extrémité des rameaux ; les fleurs sont de couleur blanche crème, longuement pédicellées, le fruit est ovoïde (Fig. 1 et 2), glabre ou pubescent contenant une seule graine noyée dans une pulpe charnue et sucrée à maturité (Arbonnier, 2000). Les noix de karité, dont la teneur en lipides varie de 17,43 à 55% du poids des matières sèches (Vivien et Faure, 1996 ; Kapseu et al., 2006), servent à l'extraction du beurre de karité fréquemment utilisé dans la fabrication des pommades, cataplasmes, adjuvant en chocolaterie, et très apprécié dans la cuisine traditionnelle (Arbonnier, 2000). La racine, l'écorce et les feuilles sont régulièrement utilisées pour combattre des maladies comme la stérilité féminine, l'hémorroïde, le cancer du foie, la fièvre, la conjonctivite et les céphalées (Arbonnier, 2000). Dans toute sa zone de répartition, les fleurs du karité sont butinées par les abeilles (Arbonnier, 2000).

Au Cameroun, la demande en fruits de *V. paradoxa* est forte (Aboubakar et al., 2009), ses rendements fruitiers et grainiers

sont faibles et très peu de données ont été publiées sur ses relations avec les insectes floricoles. Les résultats publiés sur les études approfondies des relations entre les insectes floricoles et le karité sont ceux de Tchuenguem Fohouo et al. (2008b). Il ressort notamment de ces travaux que *V. paradoxa* est une plante apicole fortement nectarifère. Ces travaux ont été effectués dans la localité de Dang (Ngaoundéré). Or l'activité et la diversité des insectes floricoles d'une plante peuvent varier d'une localité à l'autre (Faegri et Pijl, 1979 ; Tchuenguem Fohouo, 2005). Par ailleurs, ces investigations ne quantifient pas l'impact des insectes sur la pollinisation et la réduction des chutes des jeunes fruits de la sapotacée.

L'objectif général de cette recherche menée à Tchabal-Bambi et Béka (villages de Ngaoundéré, situés à 13 km au Nord de Dang) pendant la saison sèche (période de grande production de miel dans cette région) de décembre 2005 à janvier 2006 et de décembre 2006 à janvier 2007 est de contribuer à la maîtrise des relations entre *V. paradoxa* et l'abeille domestique, pour leur gestion optimale.

Les objectifs spécifiques incluent : la détermination de la place de *A. m. adansonii* dans l'entomofaune floricole de *V. paradoxa*; l'étude de l'activité de butinage de *A. m. adansonii* sur les inflorescences de *V. paradoxa*; l'évaluation de l'impact de *A. m. adansonii* et d'autres insectes sur la pollinisation et les rendements en fruits de la sapotacée.

## MATERIEL ET METHODES

### Site et matériel biologique

Les travaux ont été effectués de décembre 2005 à janvier 2006 et de décembre 2006 à janvier 2007, dans la savane située entre Tchabal-Bambi et Beka (latitude : 7°31,557'N ; longitude : 13°33,645'E ; altitude : 1258 m), villages 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 pluviosité 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).

La station d'étude est une aire circulaire de 3000 m de diamètre centrée sur une ruche traditionnelle cylindrique à deux ouvertures colonisée par les abeilles *A. m. adansonii*, la seule abeille domestique dans la région (Tchuenguem Fohouo et al., 2007). La ruche est située au point de latitude 7°31,557'N, de longitude 13°33,645'E et d'altitude 1258 m. Sur l'ensemble de la station d'étude, le nombre de colonies de *A. m. adansonii* était de 66 en décembre 2005, 73 en janvier 2006, 49 en décembre 2006 et 46 en janvier 2007. La végétation était représentée par les espèces naturelles de la savane et des galeries forestières. Le nombre de pieds de *V. paradoxa* en fleurs était de 167 en décembre 2005 – janvier 2006 et 112 en décembre 2006 – janvier 2007.

## Méthodes

### Détermination du mode de reproduction de *V. paradoxa*

En 2005/2006, le 18 décembre, 120 inflorescences (portant 7 à 94 fleurs chacune) de *V. paradoxa* à fleurs au stade bouton ont été étiquetées sur 15 plantes et deux lots constitués : - lot 1, 60 inflorescences libres ; - lot 2, 60 inflorescences protégées délicatement à l'aide des sachets en toile gaze. En 2005/2006, le 21 décembre, 200 inflorescences, portant 3 à 119 fleurs chacune, ont été marquées sur 25 plantes et deux lots constitués : - lot 3, 100 inflorescences libres ; - lot 4, 100 inflorescences protégées délicatement à l'aide des sachets en toile gaze. Pour chaque année, dix jours après la fanaison de la dernière fleur, le nombre de fruits formés par bouquet floral a été compté et la capacité des arbres à fructifier évaluée en calculant le rapport [nombre de fruits/nombre de fleurs portées par bouquet floral. Ce rapport, correspondant à l'indice de fructification  $I_{fr}$

selon Tchuenguem Fohouo et al. (2001), a été calculé pour chacune des inflorescences étiquetées. Le taux d'allogamie ( $TC$ ) a été calculé selon la formule  $TC = \{[(I_{fr}X - I_{fr}Y) / I_{fr}X] \times 100\}$ , où  $I_{fr}X$  et  $I_{fr}Y$  sont les indices de fructification moyens dans le lot libre et dans le lot protégé respectivement (Demarly, 1977). Le taux d'autogamie au sens large ( $TA$ ) a été calculé selon la formule  $TA = (100 - TC)$ .

### Détermination de l'impact de la pollinisation sur la fructification de *V. paradoxa*

Parallèlement à la mise en place des lots 1 et 2, 20 inflorescences dont le nombre de fleurs est réduit à 4 ont été étiquetées sur 10 plantes et deux lots constitués : lot 5, 10 inflorescences protégées comme celles du lot 2, dont les fleurs étaient castrées ; lot 6, 10 inflorescences protégées comme celles du lot 2, dont les fleurs étaient castrées, puis pollinisées manuellement, avec du pollen provenant d'une autre fleur de la même plante. Parallèlement à la mise en place des lots 3 et 4, 20 inflorescences dont le nombre de fleurs est réduit à 4 ont été étiquetées sur 10 plantes et deux lots constitués : lot 7, 10 inflorescences protégées comme celles du lot 2, dont les fleurs étaient castrées ; lot 8, 10 inflorescences protégées comme celles du lot 2, dont les fleurs étaient castrées, puis pollinisées manuellement, avec du pollen provenant d'une autre fleur de la même plante. Dans chaque lot, 13 jours après la castration, le nombre de fruits formés par bouquet floral a été compté et le taux de fructification ( $T_{fr}$ ) calculé selon la formule ( $T_{fr}$ ) = [(nombre de fruits / nombre de fleurs initialement portées) x 100]. Pour chaque année, la comparaison des taux de fructification du lot libre et du lot protégé permet d'évaluer l'impact de la pollinisation sur la fructification de la plante.

### Étude de l'activité des abeilles sur les fleurs de *V. paradoxa*

Les observations sont effectuées sur les 160 inflorescences des lots 1 et 3, au moins cinq jours par semaine du 6 au 19 décembre 2005 et du 22 décembre 2006 au 8 février 2007 (période pendant laquelle il y a une ou

plusieurs fleurs épanouies sur les inflorescences étiquetées), selon cinq tranches horaires : 5 - 6 h, 7 - 8 h, 9 - 10 h, 11 - 12 h et 13 - 14 h.

Les différents insectes rencontrés sur les fleurs étaient comptés à chacune des tranches horaires. Les données obtenues sur la fréquence des visites des différents insectes floricoles recensés ont permis de déterminer la place de *A. m. adansonii* dans l'entomofaune floricole de *V. paradoxa* comme Tchuengem Fohouo (2005) a eu à l'évaluer sur *Voacanga africana*.

Les produits floraux (nectar et/ou pollen) prélevés par cette abeille ont été notés pendant les mêmes dates et tranches horaires que le comptage des insectes. Une abeille qui enfonce sa trompe dans une fleur est une butineuse de nectar ; si à l'aide de ses pattes et de ses mandibules, elle gratte les anthères, il s'agit d'une butineuse de pollen (Jean - Prost, 1987).

La durée des visites et la vitesse de butinage, qui est, selon Jacob-Remacle (1989), le nombre de fleurs visitées par minute ont été notées; ces données ont été enregistrées à l'aide d'un chronomètre de marque P C 1000 et de sensibilité 1/100 de seconde aux mêmes dates et selon cinq tranches horaires : 5 - 6 h, 7 - 8 h, 9 - 10 h, 11 - 12 h et 13 - 14 h.

Les abondances considérées comme étant les plus grands nombres d'individus butinant simultanément par fleur et par plante ont été enregistrées à la suite des comptages directs, aux mêmes dates et tranches horaires que l'enregistrement de la durée des visites. Pour l'abondance par 1000 fleurs ( $A_{1000}$ ), des ouvrières ont été comptées sur un nombre connu de fleurs ;  $A_{1000}$  a été ensuite calculé à l'aide de la formule  $A_{1000} = [(A_x / F_x) \times 1000]$ , où  $F_x$  et  $A_x$  sont respectivement le nombre de fleurs épanouies et le nombre de butineuses effectivement comptées sur  $F_x$  à l'instant  $x$  (Tchuengem Fohouo, 2005).

#### **Détermination de la concentration en sucres totaux du nectar de *V. paradoxa***

Ce paramètre a été enregistré grâce à un réfractomètre portable (Ref 101 ; 0 - 90°

Brix) muni d'un thermomètre qui donne la température ambiante. Comme le nectar de *V. paradoxa* est directement accessible à l'expérimentateur, 40 inflorescences (à fleurs au stade bouton) réparties sur 20 pieds de *V. paradoxa* ont été marquées et isolées comme ceux des lots 2 pour empêcher les insectes d'accéder au nectar à l'épanouissement des fleurs. Une fois par jour, entre 6 h et 18 h, pendant des horaires variables d'un jour à l'autre, la toile gaze était détachée sur chaque inflorescence et le nectar des fleurs était prélevé à l'aide d'une seringue. La concentration en sucres totaux (en g/100g de matière sèche) du nectar ainsi récolté était mesurée directement à l'aide du réfractomètre. Les valeurs obtenues ont été corrigées en fonction de la température ambiante. Les données ont été enregistrées chaque jour, du 25 au 30 décembre 2005, puis du 13 au 18 janvier 2007.

Pendant les journées d'investigation, la température et l'hygrométrie de la station d'étude ont été enregistrées toutes les 30 min, de 5 h à 14 h, à l'aide d'un thermo hygromètre installé à l'ombre.

#### **Estimation de la valeur apicole de *V. paradoxa***

Comme pour d'autres plantes (Guerriat, 1996 ; Tchuengem Fohouo et al. (2004, 2007, 2008a, 2009b), la valeur apicole de *V. paradoxa* a été évaluée à l'aide principalement des données sur son intensité de floraison et l'attraction du nectar et du pollen de cette sapotacée vis-à-vis des ouvrières de *A. m. adansonii*.

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

##### **Impact sur l'indice de fructification**

Le pourcentage de l'indice de fructification dû à l'influence du butinage des insectes ( $F_i$ ) a pu être calculé par la formule %  $F_i = \{[(m_x - m_y) / m_x] \times 100\}$ , où  $m_x$  et  $m_y$  sont les indices de fructification moyen dans les lots  $x$  (inflorescences sans protection) et  $y$  (inflorescences protégées) (Tchuengem

Fohouo, 2005). Par la suite, la contribution de *A. m. adansonii* ( $F_a$ ) dans la fructification a été quantifiée par la formule  $F_a = [F_i \times (V_a/100)]$ , où  $F_i$  est le pourcentage de l'indice de fructification dû à l'influence des insectes floricoles, et  $V_a$  est le pourcentage des visites de *A. m. adansonii* sur les inflorescences des lots 1 et 3.

#### **Impact sur le taux de chute des jeunes fruits**

Le pourcentage de réduction du taux de chute des fruits avant maturité dû à l'influence du butinage des insectes ( $C_i$ ) a pu être calculé par la formule  $\% C_i = \{[(p_y - p_x) / p_y] \times 100\}$ , où  $p_x$  et  $p_y$  sont les pourcentages moyens des fruits tombés avant maturité dans les lots  $x$  (inflorescences sans protection) et  $y$  (inflorescences protégées des insectes). Par la suite, la contribution de *A. m. adansonii* ( $C_a$ ) dans la fructification a été quantifiée par la formule  $C_a = [C_i \times (V_a/100)]$ , où  $C_i$  est le pourcentage de réduction de taux de chute des jeunes fruits dû à l'influence des insectes floricoles, et  $V_a$  est le pourcentage des visites de *A. m. adansonii* sur les inflorescences des lots 1 et 3.

#### **Analyse des données**

Le traitement des données est fait par la statistique descriptive, test  $t$  de Student, Chi-Carré ( $\chi^2$ ), calcul du Coefficient de corrélation ( $r$ ) et logiciel Excel.

### **RESULTATS**

#### **Mode de reproduction de *V. paradoxa***

En 2005/2006, les indices de fructification moyens ont été de 0,16 ( $s = 0,14$  ;  $n = 60$ ) pour le lot 1 ; 0,06 ( $s = 0,10$  ;  $n = 60$ ) pour le lot 2 respectivement. En 2006/2007, les indices correspondants ont été de 0,13 ( $s = 0,14$  ;  $n = 100$ ) pour le lot 3 et 0,06 ( $s = 0,13$  ;  $n = 100$ ) pour le lot 4. Ainsi, pour l'année 2005/2006,  $TC = 62,50\%$  et  $TA = 37,50\%$  ; pour 2006/2007,  $TC = 53,85\%$  et  $TA = 46,15\%$ . Pour les deux années cumulées,  $TC = 58,17\%$  et  $TA = 41,83\%$ . En conséquence *V. paradoxa* a un régime de reproduction mixte allogame - autogame, avec prédominance de l'allogamie.

En 2005/2006, les indices de fructification moyens ont été de 0 ( $s = 0$  ;  $n = 10$ ) pour le lot 5, 0,45 ( $s = 0,31$  ;  $n = 10$ ) pour le lot 6 et 0,10 ( $s = 0,17$  ;  $n = 10$ ) pour le lot 7. En 2006/2007, les chiffres correspondants ont été de 0 ( $s = 0$  ;  $n = 10$ ) pour le lot 8, 0,53 ( $s = 0,34$  ;  $n = 10$ ) pour le lot 9 et 0,08 ( $s = 0,12$  ;  $n = 10$ ) pour le lot 10. Ces résultats prouvent que la pollinisation est indispensable pour la fructification de *V. paradoxa* d'une part, et que certaines visites de *A. m. adansonii* sont pollinisantes pour cette espèce d'autre part.

#### **Activité de *A. m. adansonii* sur les fleurs de *V. paradoxa***

##### **Fréquences saisonnière et journalière des visites**

Pendant 15 et 20 j des périodes de floraison de 2005/2006 et 2006/2007, 9716 et 12926 visites de 24 et 27 espèces d'insectes ont été comptées sur 60 et 100 inflorescences de *V. paradoxa* respectivement. *A. m. adansonii*, avec 8941 et 11725 visites réparties sur toutes les périodes de floraison soit 92,02% et 90,71% de l'ensemble des visites dénombrées en 2005/2006 et 2006/2007 respectivement, a été l'insecte le plus fréquemment observé quel que soit l'année d'étude. La différence entre ces deux pourcentages est significative ( $\chi^2 = 12,04$  ;  $P < 0,001$ ). Les ouvrières de l'abeille domestique ont été actives sur les fleurs de la sapotacée de 5 h à 14 h, avec un pic de visites situé entre 5 et 6 h en 2005/2006 et 7 et 8 h en 2006/2007.

Les conditions climatiques influencent parfois l'activité de butinage de *A. m. adansonii* sur les fleurs de *V. paradoxa* (Tableau 1) : en 2005/2006, la corrélation s'est révélée négative et significative entre le nombre de visites de *A. m. adansonii* et la température ( $r = -0,90$  ;  $ddl = 3$  ;  $P < 0,05$ ), et une corrélation positive et significative entre l'humidité relative et le nombre des visites par tranche horaire ( $r = +0,90$  ;  $ddl = 3$  ;  $P < 0,05$ ). En 2006/2007, la corrélation s'est révélée négative mais non significative entre le nombre de visites de *A. m. adansonii*

et la température ( $r = -0,36$  ;  $ddl = 3$  ;  $P > 0,05$ ) et positive mais non significative entre le nombre de visites de *A. m. adansonii* et l'humidité relative de l'air ( $r = +0,26$  ;  $ddl = 3$  ;  $P > 0,05$ ).

#### Substances florales prélevées

Au cours de chacune des deux périodes de floraison de *V. paradoxa*, les ouvrières de *A. m. adansonii* ont régulièrement et intensément récolté du nectar et du pollen (Fig. 3 et 4). La récolte du nectar était plus fréquente que celle du pollen : sur les 20666 visites enregistrées au cours des deux années d'observation, 19673 (95,20%), 804 (3,89%), 189 (0,91%) ont été consacrées respectivement à la récolte du nectar, du pollen, et des deux produits floraux. En 2005/2006, le nombre de visites consacrées à la récolte du nectar, du pollen et des deux produits floraux est de 8343 (93,31%), 507 (5,67%) et 91 (1,02%) respectivement. En 2006/2007, les chiffres correspondants sont 11330 (96,63%), 297 (2,53%) et 98 (0,84%).

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

Les visites journalières ont été plus nombreuses quand le nombre de fleurs épanouies était plus élevé. La corrélation entre le nombre journalier de fleurs épanouies et le nombre journalier de visites de *A. m. adansonii* s'est révélée positive et très hautement significative, aussi bien en 2005/2006 ( $r = +0,93$  ;  $ddl = 13$ ,  $P < 0,01$ ) qu'en 2006/2007 ( $r = +0,61$  ;  $ddl = 18$  ;  $P < 0,001$ ).

#### Abondance des butineuses

En 2005/2006, le plus grand nombre d'ouvrières de *A. m. adansonii* observé en activité au même moment a été de trois par fleur ( $n = 41$  ;  $s = 0,82$  ; maximum = 5), 868 par 1000 fleurs ( $n = 50$  ;  $s = 414$  ; maximum = 1619) et 1394 par plante ( $n = 41$  ;  $s = 1467$  ; maximum = 6010). En 2006/2007, les abondances moyennes correspondantes ont été de trois par fleur ( $n = 74$  ;  $s = 073$  ; maximum

= 5), 912 par 1000 fleurs ( $n = 73$  ;  $s = 390$  ; maximum = 1800) et 1962 par plante ( $n = 74$  ;  $s = 2235$  ; maximum = 9400). La différence entre les deux abondances moyennes par 1000 fleurs est non significative ( $t = 0,59$  ;  $P > 0,05$ ).

#### Durée des visites par fleur

En 2005/2006, la durée moyenne d'une visite de récolte de nectar par *A. m. adansonii* sur une fleur de *V. paradoxa* a été de 22,11 sec ( $n = 231$  ;  $s = 30,88$ ), avec un temps de présence maximale de 158 sec. En 2006/2007, la durée moyenne d'une visite de récolte de nectar a été de 23,70 sec ( $n = 280$  ;  $s = 28,70$ ), avec un maximum de 159 sec. La différence entre les durées moyennes de visites de récolte de nectar de 2005/2006 et de 2006/2007 n'est pas significative ( $t = 0,60$  ;  $P > 0,05$ ). Pour les deux années cumulées, la durée moyenne d'une visite de récolte de nectar par fleur est de 22,71 sec.

En 2005/2006, la durée moyenne d'une visite de récolte de pollen par *A. m. adansonii* sur une fleur de *V. paradoxa* a été de 3,70 sec ( $n = 54$  ;  $s = 2,12$ ), avec un temps de présence maximale de 9 sec. En 2006/2007, les durées moyennes de visites de récolte de pollen correspondantes ont été de 3,35 sec ( $n = 51$  ;  $s = 3,00$ ), avec un maximum de 15 sec. La différence entre les durées moyennes de visites de récolte de pollen de 2005/2006 et de 2006/2007 est significative ( $t = 3,24$  ;  $P < 0,05$ ). Pour les deux années cumulées, la durée moyenne d'une visite de récolte de pollen par fleur est de 4,54 sec.

La différence entre la durée moyenne d'une visite de récolte de pollen et celle d'une visite de récolte de nectar en 2005/2006 et 2006/2007 est hautement significative ( $t = 8,97$  ;  $P < 0,001$  pour 2005/2006 et  $t = 11,52$  ;  $P = 0,001$  pour 2006/2007).

#### Vitesse de butinage

Sur les inflorescences de *V. paradoxa*, une ouvrière de *A. m. adansonii* a visité entre 1 et 30 fleurs/min en 2005/2006, et entre 1 et 21 fleurs/min en 2006/2007. La vitesse moyenne de butinage a été de 8,01 fleurs/min

( $n = 60$  ;  $s = 6,61$ ) en 2005/2006 et de 7,30 fleurs/min ( $n = 60$  ;  $s = 5,92$ ) en 2006/2007. La différence entre ces moyennes est non significative ( $t = 0,62$  ;  $P > 0,05$ ). Pour les deux années cumulées, la vitesse moyenne de butinage est de 7,66 fleurs/min.

#### **Influence de la flore avoisinante**

Pendant la période où ont été conduites nos observations, d'autres espèces végétales situées à proximité des pieds de *V. paradoxa* ont été également visitées pour le nectar (ne) et/ou le pollen (po) de leurs fleurs par les ouvrières de *A. m. adansonii*. Les plus représentatives de ces plantes étaient : *Syzygium guineense* var. *macrocarpum* (Engl.) (Myrtaceae), *Protea eliotii* CH. Wright (Proteaceae) (ne), *Terminalia macroptera* Guill. et Perr. (Combretaceae) (ne+po), *Vitex doniana* Sweet (Verbenaceae) (ne), *Vitex madiensis* Oliv. (Verbenaceae) (ne), *Hymenocardia acida* Tul. (Hymenocardiaceae) (po). Cependant, lors des voyages de butinage, des ouvrières de *A. m. adansonii* sont passées de *Protea eliotii* à un pied de *V. paradoxa* cinq fois et l'inverse a été observé une seule fois.

#### **Concentration en sucres du nectar de *V. paradoxa***

La fleur de *V. paradoxa* produit entre 0,04 ml et 0,8 ml ( $m = 0,18$  ml ;  $s = 0,15$  ;  $n = 50$ ) de nectar dont la concentration moyenne en sucres totaux a été de 76,92% ( $n = 50$  ;  $s = 1,24$ ) en 2005/2006 et de 76,54% ( $n = 50$  ;  $s = 1,91$ ) en 2006/2007. La différence entre ces moyennes n'est pas significative ( $t = 1,18$  ;  $P > 0,05$ ). Pour les deux années cumulées, la concentration en sucres totaux du nectar de *V. paradoxa* est de 76,73%.

#### **Valeur apicole de *V. paradoxa***

Pendant les deux périodes de floraison de *V. paradoxa*, nous avons noté une activité très élaborée des ouvrières de *A. m. adansonii* sur les fleurs. En particulier, il y avait une forte fréquence journalière et saisonnière des visites, une densité élevée des butineuses par plante, une très bonne récolte de nectar et une

bonne récolte de pollen, et une fidélité des ouvrières aux fleurs. Par ailleurs, chaque pied de *V. paradoxa* peut produire 150 à plus de 5000 inflorescences, chaque inflorescence pouvant porter en moyenne 28,36 ( $n = 320$  ;  $s = 16,92$ ) fleurs dont la durée moyenne de vie après l'anthèse est de 1,36 jour ( $s = 0,69$  ;  $n = 50$  ; maximum : 3), chaque fleur de *V. paradoxa* produit du nectar qui est très riche en sucres (jusqu'à 76,73%) et du pollen facilement récoltable par les ouvrières de *A. m. adansonii*. Ces données mettent en évidence la bonne attraction du nectar de cette espèce végétale vis-à-vis de *A. m. adansonii*. Elles permettent de classer cette sapotacée parmi les plantes apicoles très fortement nectarifères et fortement pollinifères.

#### **Impact de *Apis mellifera adansonii* sur la pollinisation et les rendements fruitiers de *V. paradoxa***

Pendant la récolte du nectar ou du pollen sur les fleurs, les butineuses de *A. m. adansonii* sont souvent en contact avec le stigmate et les anthères (Fig. 1 et 2). Elles augmentent donc fortement les possibilités de pollinisation de *V. paradoxa*.

La comparaison deux à deux des moyennes des indices de fructification a montré que les différences observées étaient très hautement significatives entre les lots 1 et 2 ( $t = 4,50$  ;  $P < 0,001$ ), non significatives entre les lots 2 et 4 ( $t = 0,00$  ;  $P > 0,05$ ), très hautement significatives entre les lots 3 et 4 ( $t = 3,66$  ;  $P < 0,001$ ), non significatives entre les lots 1 et 3 ( $t = 1,31$  ;  $P < 0,05$ ). Par suite :

- en 2005/2006, le rendement des inflorescences en libre pollinisation (lot 1) a été plus élevé que celui des inflorescences qui avaient été protégées (lot 2) ;

- en 2006/2007, le rendement des inflorescences en libre pollinisation (lot 3) a été plus élevé que celui des inflorescences qui avaient été protégées (lot 4).

Le taux de fructification dû à l'action des insectes ( $F_i$  pour 2005/2006) a été de 62,50% en 2005/2006. Ce taux ( $F_i$  pour 2006/2007) a été de 53,85% en 2006/2007. Pour l'ensemble des deux années d'étude, le

pourcentage de l'indice de fructification attribuable à l'influence des insectes a été de :  $F_i = \{[(F_i \text{ pour } 2005/2006) + (F_i \text{ pour } 2006/2007)] / 2\} = 58,17\%$ .

L'influence des insectes anthophiles sur la fructification de *V. paradoxa* a donc été positive. La contribution de *A. m. adansonii* dans la fructification du sapotacée a été de 57,74% en 2005/2006, 49,35% en 2006/2007 et 53,55% pour les deux années d'étude cumulées. La différence entre la contribution numérique de l'abeille domestique africaine dans la fructification de *V. paradoxa* en 2005/2006 et 2006/2007 n'est pas significative ( $\chi^2 = 1,94$  ;  $P > 0,05$ ).

En 2005/2006, le taux de réduction de chute des jeunes fruits dû à l'action des insectes ( $C_i$  pour 2005/2006) a été de 21,03%. En 2006/2007, ce taux ( $C_i$  pour 2006/2007) a été de 68,21%. Pour l'ensemble des deux années d'étude, le pourcentage de réduction de chute des fruits avant maturité attribuable à l'influence des insectes a été de :  $C_i = \{[(C_i \text{ pour } 2005/2006) + (C_i \text{ pour } 2006/2007)] / 2\} = 44,62\%$ .

L'influence des insectes anthophiles sur la chute des fruits de *V. paradoxa* avant maturité a donc été positive. La contribution de *A. m. adansonii* dans la réduction des chutes des jeunes fruits de la sapotacée a été de 19,04% en 2005/2006, 52,21% en 2006/2007 et 35,63% pour les deux années d'étude cumulées. La différence entre la contribution numérique de l'abeille domestique africaine dans la fructification de *V. paradoxa* en 2005/2006 et 2006/2007 est très hautement significative ( $\chi^2 = 23,99$  ;  $P < 0,001$ ).

L'abeille domestique africaine est donc le principal insecte qui influence positivement la fructification de *V. paradoxa*. Par ailleurs, une corrélation positive et hautement significative a été mise en évidence entre le nombre de visites de *A. m. adansonii* sur les inflorescences et l'indice de fructification, aussi bien en 2005/2006 ( $r = + 0,30$  ;  $ddl = 58$  ;  $P < 0,001$ ) qu'en 2006/2007 ( $r = + 0,32$  ;  $ddl = 98$  ;  $P < 0,001$ ).



**Figure 1 :** Tas de fruits de *Vitellaria paradoxa* en vente au marché de Dang (juin 2007).



**Figure 2 :** Rameau portant des fruits de *Vitellaria paradoxa* (savane située entre Tchabal-Bambi et Béka, mai 2007).





**Figure 3 :** Ouvrières de *Apis mellifera adansonii* récoltant du nectar et une autre récoltant du pollen sur une inflorescence de *Vitellaria paradoxa* (savane située entre Tchabal-Bambi et Béka, décembre 2006).



**Figure 4 :** Ouvrières de *Apis mellifera adansonii* récoltant du nectar sur une fleur castrée de *Vitellaria paradoxa* (savane située entre Tchabal-Bambi et Béka, janvier 2008).

**Tableau 1 :** Distribution des visites de *Apis mellifera adansonii* sur les inflorescences de *Vitellaria paradoxa* au cours de la journée selon les années et suivie sur 15 j en 2005/2006 puis 20 j en 2006/2007.

Années	Visites	Tranches horaires					Total
		5 à 6 h	7 à 8 h	9 à 10 h	11 à 12 h	13 à 14 h	
2005/2006	Nombre	3756	2835	1054	862	434	8941
	%	42,01	31,71	11,79	9,64	4,85	100
2006/2007	Nombre	1852	5210	2591	1560	512	11725
	%	15,80	44,43	22,10	13,30	4,37	100

**Tableau 2 :** Distribution de la concentration en sucres totaux du nectar (TSN) de *Vitellaria paradoxa* au cours de la journée selon les années et suivie sur 5 j.

Années	Paramètres enregistrés	Périodes journalières						
		5 à 6 h	7 à 8 h	9 à 10 h	11 à 12 h	13 à 14 h	15 à 16 h	17 à 18 h
2005/2006	TSN (%)	75,50	76,68	78,88	77,92	77,61	76,93	75,65
	Température (°C)	20,25	27,17	30,20	28,14	31,57	28,40	29,00
	Hygrométrie (%)	31,63	26,50	26,40	22,86	21,14	25,80	25,67
2006/2007	TSN (%)	74,94	75,85	75,30	78,07	77,46	78,10	77,04
	Température (°C)	10,83	19,33	24,50	25,71	29,57	26,40	23,86
	Hygrométrie (%)	41,83	32,00	29,42	26,71	24,43	30,40	31,43

La température et l'hygrométrie sont les moyennes observations. Analyses statistiques pour 2005/2006 : (a) TNS et T :  $r = 0,64$  ;  $ddl = 5$  ; (b) TNS et H :  $r = - 0,55$  ;  $ddl = 5$ . Analyses statistiques pour 2006/2007 : (a) TNS et T :  $r = 0,75$  ;  $ddl = 5$  ( $P > 0,05$ ) ; (b) TNS et H :  $r = - 0,67$  ;  $ddl = 5$ .  $P < 0,05$  pour toutes les autres corrélations.

**Tableau 3 :** Indice de fructification ( $I_{fr}$ ) moyen des inflorescences selon les lots de *Vitellaria paradoxa*.

Numéro du lot considéré	Caractéristiques du lot	Nombre d'inflorescences étudiées	Indice de fructification <sup>1</sup>	
			Moyenne	Ecart type estimé
1	Inflorescences non protégées en 2005/2006	60	0,16	0,14
2	Inflorescences protégées en 2005/2006	60	0,06	0,10
3	Inflorescences non protégées en 2006/2007	100	0,13	0,14
4	Inflorescences protégées en 2006/2007	100	0,06	0,13

<sup>1</sup> ( $I_{fr}$ ) = nombre de fruits / nombre de fleurs portées par l'inflorescence.

## DISCUSSION

### Activité de *A. m. adansonii* sur les fleurs de *V. paradoxa* et valeur apicole de la sapotacée

La très forte récolte du nectar et un prélèvement assez régulier du pollen de *V. paradoxa* par *A. m. adansonii* a été également mis en évidence à Dang (Tchuenguem Fohouo et al., 1999, 2008b). Cette forte récolte de nectar observée pourrait s'expliquer principalement par la grande disponibilité de cet aliment au niveau de la fleur de *V. paradoxa* (0,18 ml/fleur).

Nous avons mis en évidence un pic d'activité de *A. m. adansonii* sur les fleurs de *V. paradoxa* situé dans la matinée. Le pic de visites correspondrait à la période journalière de plus grande disponibilité du nectar et du pollen de *V. paradoxa*.

La forte abondance des butineuses par 1000 fleurs met en évidence l'attraction élevée des produits floraux de cette sapotacée vis-à-vis de *A. m. adansonii*. Cette attraction du nectar de *V. paradoxa* pourrait s'expliquer en partie par sa concentration en sucres totaux (76,73% en moyenne) qui est forte, vue la gamme de 5 à 80% dans laquelle se situent plusieurs genres des plantes (Philippe, 1991). La forte densité des butineuses par 1000 fleurs est liée à la faculté que possèdent les abeilles mellifiques de recruter un grand nombre de butineuses pour exploiter une source alimentaire intéressante (Louveaux, 1984 ; Schneider et Hall, 1997).

La forte abondance par fleur (trois abeille/fleur) s'expliquerait par le grand diamètre du tube corollaire ( $m = 19,76$  mm ;  $s = 3,14$  ;  $n = 50$ ).

La durée moyenne d'une visite de récolte du pollen a été plus faible que celle du nectar, cette différence pourrait s'expliquer par le fait que les butineuses de ce pollen visitaient rarement plus de quatre anthères sur les huit que compte la fleur ; et de plus, les anthères sont plus exposées que les nectaires situés au fond du tube corollaire rendant ainsi le pollen plus accessible que le nectar.

Le faible nombre de passages des butineuses de *V. paradoxa* à une autre espèce végétale avoisinante et vice versa prouve que

les butineuses de fleurs de *V. paradoxa* étaient fidèles à cette sapotacée. La fidélité de cette abeille a été démontrée sur les fleurs de plusieurs autres plantes dont *Helianthus annuus* (Basualdo et al., 2000; Tchuenguem Fohouo et al., 2009b), *Persea americana* (Valdeyron, 1984), *Lycopersicum esculentum* (Sabara et Winston, 2003), *Callistemon rigidus* (Tchuenguem Fohouo et al., 2004), *Vigna unguiculata* (Tchuenguem Fohouo et al., 2009a), *Daniellia oliveri* (Tchuenguem Fohouo et al., 2010a) et *Bombax pentandrum* (Tchuenguem Fohouo et al., 2010b) ; ce phénomène est connu sous l'expression « constance florale » (Backhaus, 1993 ; Basualdo et al., 2000). Il serait lié à la forte concentration en sucres du nectar de *V. paradoxa*. En effet, il est connu que les ouvrières de *A. mellifera* sont généralement constantes sur une espèce végétale lorsque la concentration en sucres de son nectar est supérieure à 15% (Philippe, 1991).

L'activité de *A. m. adansonii* sur les fleurs de *V. paradoxa* a été plus intense en 2005/2006 qu'en 2006/2007. La plus forte activité enregistrée en 2005/2006 pourrait se justifier par le fait que le nombre des colonies de *A. m. adansonii* présents dans la station d'étude était plus élevé. En tant que plante apicole très fortement nectarifère et faiblement pollinifère, la sapotacée *V. paradoxa* peut être cultivée et protégée pour accroître la production du miel et stabiliser les colonies de *A. m. adansonii* pendant la saison sèche comme l'ont recommandé Tchuenguem Fohouo et al. (2008b).

### Impact de l'activité de *A. m. adansonii* sur la pollinisation et rendement de *V. paradoxa*

Du fait que les ouvrières de *A. m. adansonii* sont très souvent en contact avec les stigmates et les anthères des fleurs visitées lors de la récolte du nectar ou du pollen, elles peuvent provoquer une autopolinisation, en appliquant le pollen d'une fleur sur son stigmate. Ceci est d'autant plus probable que l'autogamie existe chez *V. paradoxa*.

Les ouvrières de *A. m. adansonii* transportent le pollen de fleur en fleur à l'aide

notamment de leur fourrure, de leurs pattes et de leurs pièces buccales. Elles peuvent en conséquence transporter le pollen d'une fleur d'un pied de *V. paradoxa* donné sur le stigmate d'une autre fleur de la même plante (géitogamie) ou mettre ce pollen sur le stigmate d'une fleur produit par un autre individu (xénogamie). Cette dernière forme de pollinisation est d'autant plus probable que l'allogamie est prépondérante chez *V. paradoxa*.

L'intervention des ouvrières de *A. m. adansonii* dans la pollinisation de *V. paradoxa* est d'autant plus vraisemblable que leur densité fleurs et leur vitesse de butinage sont élevées (Crane et Walker, 1984 ; Eardley et al., 2006).

La contribution positive et significative de *A. m. adansonii* dans la fructification de *V. paradoxa* se justifie ainsi par l'action des butineuses sur l'autopollinisation et la pollinisation croisée.

Le faible taux de chute des jeunes fruits issus des fleurs en libre pollinisation s'expliquerait par la plus forte libération de l'auxine lors de la fécondation par l'allopollen dont la conséquence est la prévention des chutes des fruits avant la maturité (Philippe, 1991).

### Conclusion

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

La comparaison du rendement fruitier des inflorescences en libre pollinisation à celui des inflorescences protégées des insectes dans la savane de Tchabal-Bambi et Béka a mis en évidence une augmentation significative de l'indice de fructification de 58,17% due à *A. m. adansonii*. Ainsi, *V. paradoxa* doit être cultivée et protégée dans l'environnement des ruchers au Cameroun pour augmenter la production du miel et pour stabiliser les colonies de *A. m. adansonii* pendant la saison sèche.

L'installation des colonies de *A. m. adansonii* à proximité des pieds de *V.*

*paradoxa* est recommandée pour accroître la production des fruits de cette espèce végétale.

### REFERENCES

- Aoubakar DAK, Adjia HZ, Kameni A, Tchiégang C. 2009. Procédés traditionnels de production et circuit de commercialisation du beurre de karité au Nord-Cameroun. *Tropicultura*, **27**(1): 3-7.
- Arbonnier M. 2000. *Arbres, Arbustes et Lianes des Zones Sèches d'Afrique de l'Ouest*. CIRAD – MNHN – UICN : Montpellier.
- Azo'o EM, Messi J, Tchuenguem Fohouo F-N, Tamesse JL, Kekeunou S, Pando JB. 2010. Foraging behavior of *Apis mellifera adansonii* and its impact on pollination fruit and seed yield of *Citrullus lanatus* at Nkolbisson (Yaoundé, Cameroon). *CAJEB*, **6**(1): 41-48.
- Backhaus W. 1993. Color vision and color choice behaviour of the honey bee. *Apido.*, **24**: 309-331.
- Basualdo M, Bedascarrasbure, De Jong D. 2000. Africanized honey bees (Hymenoptera: Apidae) have a greater fidelity to sunflowers than European bees. *J. Econ. Entomol.*, **93**: 304-307.
- Crane E, Walker P. 1984. *Pollination Directory for World Crops*. IBRA ed: London.
- Demarly Y. 1977. *Génétique et Amélioration des Plantes*. Masson: Paris.
- Djonwangwe D, Tchuenguem Fohouo F-N, Messi J. 2011a. Foraging and pollination activities of *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera: Apidae) on *Ximenia americana* (Olacaceae) flowers at Ngaoundéré (Cameroon). *Int. Res. J. Plant Sci.*, **2**(6): 170-178.
- Djonwangwe D, Tchuenguem Fohouo F-N, Messi J, Brückner D. 2011b. Foraging and pollination activities of *Apis mellifera adansonii* Latreille (Apidae) on *Syzygium guineense* var. *guineense* (Myrtaceae) flowers at Ngaoundéré (Cameroon). *JAPS*, **10**(3): 1325-1333.
- Eardley C, Roth D, Clarke J, Buchmann S, Gemmill B. 2006. *Pollinators and*

- Pollination: a Resource Book for Policy and Practice*. US Department of State: API.
- Faegri K, Pijl LVD. 1979. *The Principle of Pollination Ecology* (3<sup>rd</sup> revised edn). Pergamon Press: Oxford.
- Fomekong A, Messi J, Kekeunou S, Tchuenguem Fohouo F-N Tamesse JL. 2008. Entomofauna of *Cucumeropsis mannii* Naudin, its impact on plant yield and some aspects of the biology of *Dacus bivitattus* (Diptera: Tephritidae). *Afr. J. Agric. Res.*, **3**(5): 363-370.
- Fluri P, Frick R. 2005. L'apiculture en Suisse : état et perspectives. *Rev. Suisse Agric.*, **37**(2): 81-86.
- Guerriat H. 1996. *Etre Performant en Apiculture*. Guerriat ed. : Daussois.
- Ibarra-Perrez FJ, Barnhart D, Ehdaie B, Knio KM, Waines JG. 1999. Effects of insect tripping on seed yield of common bean. *Crop Sci.*, **39**: 425-433.
- Jacob-Remacle A. 1989. Comportement de butinage de l'abeille domestique et des abeilles sauvages dans des vergers de pommiers en Belgique. *Apido.*, **20**: 271-285.
- Kapseu C, Nkouam GB, Dirand M, Barth D, Perrin L, Tchiégang C. 2006. Water vapour sorption isotherms of sheanut kernels (*Vitellaria paradoxa* Gaertner). *J. Food Tech.*, **4**(4): 235-241.
- Kendal DA, Smith BD. 1976. The pollinating efficiency of honey bee and Bumblebee visits to flowers of runner bean *Phaseolus coccineus*. *J. Appl. Ecol.*, **13**(3): 749-752.
- Louveaux J. 1984. L'abeille domestique dans ses relations avec les plantes cultivées. In *Pollinisation et Productions Végétales*, Pesson P, Louveaux J (eds). INRA : Paris ; 527-555.
- Mapongmetsem PM. 2005. Phénologie et apport au sol des substances biogènes foliaires de quelques fruitiers sauvages des savanes soudano-guinéenne. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Yaoundé I, Yaoundé, p. 258.
- Philippe JM. 1991. La pollinisation par les abeilles : pose des colonies dans les cultures en floraison en vue d'accroître les rendements des productions végétales. EDISUD, Aix-en-Provence.
- Sabbahi R, De Oliveira D, Marceau J. 2005. Influence of honey bee (Hymenoptera : Apidae) density on the production of canola (Crucifera : Brassicaceae). *J. Econ. Entomol.*, **98**: 367-372.
- Sabara HA, Winston ML. 2003. Managing Honey Bees (Hymenoptera: Apidae) for Greenhouse tomato pollination. *J. Econ. Entomol.*, **96**(3): 547-554.
- Schneider SS, Hall HG. 1997. Diet selection and foraging distances of African and European-African hybrid honey bee colonies in Costa Rica. *Insect. Soc.*, **44**: 171-187.
- Tchuenguem Fohouo F-N, Bétayéné ED, Messi J. 1999. Quelques aspects de l'activité d'*Apis mellifera* sur les fleurs de *Voacanga africana* à Ngaoundéré (Cameroun). *Biosciences Proceedings*, **6**: 39-46.
- 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, Messi J, Pauly A. 2002. L'activité de butinage des Apoïdes sauvages (*Hymenoptera Apoidea*) sur les fleurs de maïs à Yaoundé (Cameroun) et réflexion sur la pollinisation des graminées tropicales. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **6**(2): 87-98.
- Tchuenguem Fohouo F-N, Messi J, Brückner D, Bouba B, Mbofung G. 2004. Foraging and pollination behaviour of the African honey bee (*Apis mellifera adansonii*) on *Callistemon rigidus* flowers at Ngaoundéré (Cameroon). *JCAS* ; **4** : 133-140.
- 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, Yaoundé, p.103.
- Tchuenguem Fohouo F-N, Djonwangwé D, Messi J, Brückner D. 2007. Exploitation des fleurs de *Entada africana*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Psidium guajava* et *Trichillia emetica* par *Apis mellifera adansonii* à Dang (Ngaoundéré, Cameroun). *CAJEB.*, **3**: 50-60.
- Tchuenguem Fohouo F-N, Djonwangwé D, Brückner D. 2008a. Foraging behaviour of the african honey bee (*Apis mellifera adansonii*) on *Annona senegalensis*, *Croton macrostachyus*, *Psorospermum febrifugum* and *Syzygium guineense* var. *guineense* at Ngaoundéré (Cameroun). *Pak. J. Biol. Sci.*, **11**: 719 – 725.
- Tchuenguem Fohouo F-N, Djonwangwé D, Brückner D. 2008b. Exploitation of *Dichrostachys ctenrea*, *Vitellaria paradoxa*, *Persea americana* and *Securidaca longepedunculata* flowers by *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera: Apidae) at Dang (Ngaoundéré, Cameroon). *Int. J. Trop. Insect Sci.*, **28**: 225-233.
- Tchuenguem Fohouo F-N, Ngakou A, Kengni BS. 2009a. Pollination and yield responses of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) to the foraging activity of *Apis mellifera adansonii* (Hymenoptera: Apidae) at Ngaoundéré (Cameroun). *Afr. J. Biotechnol.*, **9**: 1988-1996.
- Tchuenguem Fohouo F-N, Djonwangwé D, Messi J, Brückner D. 2009b. Activité de butinage et de pollinisation de *Apis mellifera adansonii* (Hymenoptera, Apidae) sur les fleurs de *Helianthus annuus* (Asteraceae) à Ngaoundéré (Cameroun). *CAJEB.*, **5**(1): 1-9.
- Tchuenguem Fohouo F-N, Fameni TS, Pharaon MA, Messi J, Brückner D. 2010a. Foraging behaviour of *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera : Apidae) on *Daniellia oliveri*, *Delonix regia*, *Hymenocardia acida* and *Terminalia mantaly* flowers in Ngaoundéré (Cameroon). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **4**(4): 1180-1190.
- Tchuenguem Fohouo F-N, Djonwangwé D, Messi J, Brückner D. 2010b. Exploitation des fleurs de *Bombax pentandrum*, *Commiphora kerstingii*, *Myragina ciliata*, *Parkia biglobosa*, *Terminalia macroptera* et *Voacanga africana* par *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera, Apidae) à Dang (Ngaoundéré, Cameroun). Actes de la CIFE VI, Travaux de l'Institut Scientifique, Série Zoologie, Rabat, 2010, N° 47, Tome I.
- Vanderborgh I, Rasmont P. 1987. Utilisation de l'abeille domestique (*Apis mellifera* L.) et de la Xylocope (*Xylocopa bariwal* Maidl) (Hymenoptera, Apidae) pour la pollinisation en cage de *Phaseolus coccineus* L. *Bull. Rech. Agro. Gembloux*, **22**(4): 279-284.
- Van't Leven L, Boot WJ, Mutsaers M, Segeren P, Velthuis H. 2005. *L'Apiculture dans les Zones Tropicale* (6<sup>ème</sup> ed.). Agrodok 32: Agromisa, Wageningen.
- Vivien J, Faure JJ. 1996. *Fruitiers Sauvages d'Afrique. Espèces du Cameroun.* (éd) NGUILA-KEROU le Kérou – Clohars Carnoet – France.