

REPUBLIQUE DU CAMEROUN

Paix – Travail – Patrie

UNIVERSITE DE YAOUNDE I
ECOLE NORMALE SUPERIEURE
DEPARTEMENT DE Sciences biologiques



REPUBLIC OF CAMEROUN

Peace – Work – Fatherland

UNIVERSITY OF YAOUNDE I
HIGHER TEACHER TRAINING COLLEGE
DEPARTMENT OF Biological sciences

Entomo faune floricole et son impact sur les rendements de Glycine max (Fabaceae)

Mémoire présente en vue de l'obtention du D.I.P.E.S II

Par :

KAKBE Justin
Licencie es Biologie animale

Sous la direction
TAMASSE Joseph Lebel
Professor



Année Académique
2015-2016



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire de Yaoundé I. Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : biblio.centrale.uyi@gmail.com

WARNING

This document is the fruit of an intense hard work defended and accepted before a jury and made available to the entire University of Yaounde I community. All intellectual property rights are reserved to the author. This implies proper citation and referencing when using this document.

On the other hand, any unlawful act, plagiarism, unauthorized duplication will lead to Penal pursuits.

Contact: biblio.centrale.uyi@gmail.com

DÉDICACE

Je dédie ce travail à la grande famille WELA.

REMERCIEMENTS

Le présent travail a été réalisé au Laboratoire de Zoologie de l'Ecole Normale Supérieure de Yaoundé, sous la direction du Pr. TAMESSE Joseph Lebel. Je tiens à le remercier vivement pour sa rigueur scientifique, la documentation mise à ma disposition et pour avoir accepté superviser ce mémoire. J'exprime également ma gratitude :

- au Dr. DOUNIA, pour sa disponibilité qui a été incommensurable en dépit de ses multiples sollicitations ;

- à tous les enseignants qui ont participé à ma formation académique ;

- à mes frères (MANDO, BIRWE, KAFGA, DJONWE, KALWE, DOMGA, EGRE) ;

- à mes sœurs (MAIPELE, MAIBLAM, MAITEMWA) ;

- à mes camarades de promotion (KLAPAI, HAMADOU, WANGNAMOU, NGUIME,) ;

- à Monsieur TCHOUATE Gabriel ;

- à mes amis (GOUIGA FAWA, WANGSO, BAHOU, MANDO, YAMRA, NDOULADOU), pour leur soutien moral ;

- à tous ceux qui m'ont financièrement assisté pour la bonne conduite de ce travail ;

- à tous ceux avec qui j'ai passé des moments inoubliables.

TABLE DES MATIERES

Titres	Pages
DÉDICACE.....	i
REMERCIEMENTS.....	ii
TABLE DES MATIERES.....	iii
ABSTRACT.....	vii
ABRÉVIATIONS.....	viii
LISTE DES FIGURES	ix
LISTE DES TABLEAUX	xi
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : REVUE DE LA LITTÉRATURE.....	3
I. Pollinisation et production végétale.....	4
II. Caractéristiques des insectes pollinisateurs	5
III. Généralités et systématique des Apoïdés étudiés.....	5
III.1. <i>Apis mellifera adansonii</i>	5
III.1.1. Généralités.....	5
III.1.2. Position systématique	8
III.2. <i>Lipotriches collaris</i>	10
III.2.1. Généralités.....	10
III.2.2. Position systématique.....	11
III.3. <i>Halictus</i> sp.....	12
III.3.1. Généralités	12
III.3.2. Position systématique	13
IV. Présentation de <i>Glycine max</i>	14
IV.1. Généralités	14
IV.2. Quelques usages.....	15
IV.3. Morphologie.....	16
IV.4. Position systématique.....	17
V. Valeur apicole du couvert végétal.....	20
VI. Relations <i>Glycine max</i> - insectes floricoles.....	20

CHAPITRE II : MATÉRIEL ET MÉTHODES	22
II.1. Site d'étude	23
II.1.1 Aperçu climatique, géologique et humain sur la région du centre.....	23
II.2. Station d'étude et matériel biologique.....	26
II.2.1. Station d'étude.....	26
II.2.2. Matériel végétal.....	27
II.2.3. Matériel animal.....	27
II.3. Méthodes	28
II.3.1. Préparation de la parcelle expérimentale	28
II.3.2. Semis et suivi de la culture de <i>Glycine max</i>	28
II.3.3. Détermination du mode de reproduction	28
II.3.4. Détermination de la place des différentes espèces d'insectes dans l'entomofaune floricole de <i>Glycine max</i>	30
II.3.5. Étude de l'activité des différentes espèces d'insectes sur les fleurs de <i>Glycine max</i>	30
II.3.5.1. Produits floraux récoltés	30
II.3.5.2. Abondance des butineuses	31
II.3.5.3. Durée des visites par fleur	31
II.3.5.4. Étho-écologie de butinage.....	31
II.3.5.4.1.Éthologie	31
II.3.5.4.2. Écologie	32
II.3.5.4.2.1. Effet de l'interaction entre les insectes visiteurs.....	32
II.3.5.4.2.2. Influence de la flore avoisinante.....	32
II.3.5.4.2.3. Influence de quelques facteurs climatiques.....	32
II.4. Estimation de la valeur apicole de <i>Glycine max</i>	32
II.5. Évaluation de l'impact des insectes sur la pollinisation de <i>Glycine max</i>	33
II.6. Évaluation de l'impact des insectes sur les rendements de <i>Glycine max</i>	33
II.7. Impact des différentes espèces d'insectes sur les rendements de <i>Glycine max</i>	34
II.8. Capture et détermination des insectes floricoles	35
II.9. Récolte et détermination des plantes.....	35
II.10. Traitement des données	35

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION	36
III.1. Mode de reproduction de <i>Glycine max</i>	37
III.2. Place de <i>Apis mellifera adansonii</i> , <i>Lipotriches collaris</i> et <i>Halictus</i> sp. dans l'entomofaune floricole de <i>Glycine max</i>	37
III.3. Activité de <i>Apis mellifera adansonii</i> , <i>Lipotriches collaris</i> et <i>Halictus</i> sp. sur les fleurs de <i>Glycine max</i>	38
III.3.1. Aliments récoltés	38
III.3.2. Fréquence journalière des visites	39
III.3.3. Abondance des butineuses	40
III.3.4. Rythme des visites selon le rythme d'épanouissement des fleurs	41
III.3.5. Durée des visites par fleur	42
III.3.6. Étho-écologie du butinage	43
III.3.6.1. Éthologie	43
III.3.6.2. Écologie	44
III.3.6.2.1. Influence de la faune	44
III.3.6.2.2. Influence de la flore avoisinante	45
III.3.6.2.3. Influence de quelques facteurs climatiques	45
III.4. Valeur apicole de <i>Glycine max</i>	47
III.5. Impact de <i>A. m. adansonii</i> , <i>Lipotriches collaris</i> et <i>Halictus</i> sp. sur la pollinisation de <i>Glycine max</i>	47
III.5.1. Impact des insectes floricoles sur la pollinisation de <i>Glycine max</i>	47
III.5.1.1. Taux de fructification	47
III.5.1.2. Pourcentage des graines par gousse	48
III.5.1.3. Masse de graines	49
III.5.1.4. Dimensions de graines	50
III.5.1.4.1. Longueur équatoriale	50
III.5.1.4.2. Longueur polaire	50
III.5.1.5. Graines normales	51
III.6. Mode d'action des Abeilles	52

CHAPITRE IV : INTÉRÊT DIDACTIQUE.....	53
CONCLUSION.....	60
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	61
ANNEXES.....	76

ABSTRACT

In Cameroon, the demand on soya beans is high while its production is low due to the insufficiency know ledges on the relationships between the soya plant and the anthophilous insect. At Ngoa-Ekele (Yaoundé, Cameroon), from June to September 2015, *Glycine max* (Fabaceae) flowers were observed for the study of anthophilous insect activity and the determination of the impact of their activities on fruit and grain yields. For the period of studies, two treatments have been determined from the marking of six blocks. These treatments were difference by the presence or absence of protection vis a vis the visit of insect. The results show that ten species of insects visiting soybeans flowers for alimentation. *Apis mellifera adansonii* (45.74 %), *Lipotriches collaris* (35.63%) and *Halictus* sp. (13.82 %) respectively occupy the 1st, 2nd and 3rd rank. *Apis mellifera adansonii*, *Lipotriches collaris* and *Halictus* sp. visit flowers of this plant all day, with a peak between 12 h and 13 h for *A. m. adansonii* and *L. collaris* and 14 h and 15 h for *Halictus* sp. These insects intensely collect nectar. The average number of *A. m. adansonii*, *L. collaris* and *Halictus* sp. simultaneously in activities on 1000 flowers is 708, 215 and 113 respectively. The average duration of visit on flower for nectar harvest was 4.35 sec (*A. m. Adansonii*), 4.12 sec (*L. collaris*) and 4.65 sec (*Halictus* sp.). The workers of *A. m. adansonii* are faithful to *G. max* flower during foraging trips. They can classify this Fabaceae among highly nectariferous plants. Comparing the average yields of flowers submitted to the activity of anthophilous insects to those of flowers kept out of from those insects, it appears that the insect intervene to 26.20 % in increasing the rate of fruiting, 28.61 % increase in the percentage of seeds per pod, 31.49 % in the mass of the seed, 8.19 % and 6.66 % in the increase of equatorial and polar diameter of the seed and 5.30 % increase in the percentage of normal seeds. This yield improvement is justified by positive action on insects pollinate flowers they visit.

Key words: *Glycine max*, anthophilous insects, flower, nectar, pollination.

ABRÉVIATIONS

<i>n</i>	:	effectif de l'échantillon
<i>m</i>	:	Moyenne
<i>s</i>	:	écart-type estimé
<i>mini</i>	:	Minimum
<i>maxi</i>	:	Maximum
<i>ddl</i>	:	degré de liberté
<i>p</i>	:	seuil de signification
TSH	:	très hautement significative

LISTE DES FIGURES

Titres	Pages
Figure 1. Morphologie et caractères taxonomiques d'une abeille.....	6
Figure 2. Différentes castes rencontrées dans une colonie de <i>Apis mellifera</i>	9
Figure 3. <i>Lipotriches collaris</i>	10
Figure 4. <i>Halictus</i> sp.....	12
Figure 5. Pieds de <i>Glycine max</i>	18
Figure 6. Fleur épanouie de <i>Glycine max</i>	18
Figure 7. <i>Glycine max</i> : Partie aérienne (A) ; Gousse ouverte (B) ; Fleur entière (C) ; Diagramme florale (D) ; Coupe longitudinale de la fleur (E) ; Pollen (F).....	19
Figure 8. Carte présentant la Région du Centre, le Département du Mfoundi et localisation de la zone et du site d'étude.....	25
Figure 9. Parcelle expérimentale de <i>Glycine max</i>	26
Figure 10. Graine de <i>Glycine max</i>	27
Figure 11. Habitat de <i>Apis mellifera adansonii</i> du site expérimental.....	27
Figure 12. Vue partielle du champ expérimental de <i>Glycine max</i>	29
Figure 13. Billon portant des pieds de <i>Glycine max</i> aux fleurs en libre pollinisation.....	29
Figure 14. Billon portant des pieds de <i>Glycine max</i> en fleurs protégés des insectes.....	29
Figure 15. <i>Apis mellifera adansonii</i> (A) et <i>Lipotriches collaris</i> (B) récoltant le nectar dans les fleurs de <i>Glycine max</i>	39
Figure 16. Répartition des pourcentages des visites de <i>Apis mellifera adansonii</i> , <i>Lipotriches collaris</i> et <i>Halictus</i> sp. sur les fleurs de <i>Glycine max</i> selon les tranches Horaires journalières.....	40.
Figure 17. Variation du nombre de fleurs épanouies et du nombre de visites de <i>Apis mellifera adansonii</i> , <i>Lipotriches collaris</i> et <i>Halictus</i> sp. sur les fleurs de <i>Glycine max</i> selon les jours d'observation.....	42

Figure 18.	Variation de la température, l'humidité relative de l'air et le pourcentage de visites de <i>Apis mellifera adansonii</i> , <i>Lipotriches collaris</i> et <i>Halictus</i> sp. sur les fleurs de <i>Glycine max</i> selon les tranches horaires.....	46
Figure 19.	Plantes et gousses issues des différents traitements de <i>Glycine max</i>	48
Figure 20.	Gousses issues des différents traitements de <i>Glycine max</i>	49
Figure 21.	Graine de <i>Glycine max</i>	51

LISTE DES TABLEAUX

Titres	Pages
Tableau 1. Superficies cultivées et production de <i>Glycine max</i> par Région en 2009 et 2010 au Cameroun	15
Tableau 2. Insectes recensés sur les fleurs de <i>Glycine max</i> , nombre et pourcentage des visites des différents insectes	38
Tableau 3. Abondance de <i>Apis mellifera adansonii</i> , <i>Lipotriches collaris</i> et <i>Halictus</i> sp. sur 1000 les fleurs de <i>Glycine max</i>	40
Tableau 4. Durée des visites d'insectes par fleur de <i>glycine max</i> selon les produits floraux prélevés	43
Tableau 5. Vitesse de butinage de chaque insecte par fleur de <i>Glycine max</i> selon les produits floraux prélevés.....	44
Tableau 6. Produits floraux récoltés par <i>Apis mellifera adansonii</i> , <i>Lipotriches collaris</i> et <i>Halictus</i> sp. sur quelques plantes avoisinant à <i>Glycine max</i> en fleurs.....	45
Tableau 7. Taux de fructification dans les traitements 1 et 2 de <i>Glycine max</i>	48
Tableau 8. Nombre des graines par gousse dans les traitements 1 et 2 de <i>Glycine max</i>	48
Tableau 9. Masse moyenne de graine dans les différents traitements 1 et 2 de <i>Glycine max</i>	49
Tableau 10. Longueur équatoriale de graine dans les différents traitements 1 et 2 de <i>Glycine max</i>	50
Tableau 11. Longueur polaire de graine dans les différents traitements 1 et 2 de <i>Glycine max</i>	51
Tableau 12. Taux de fructification dans les traitements 1 et 2 de <i>Glycine max</i>	51

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les insectes jouent un rôle important en agronomie (Jacob-Remacle 1990). Au cours de la croissance des plantes cultivées ou spontanées, divers organes sont visités par les insectes. La visite d'un type d'organe donné sur une fleur est sans doute liée à l'élément recherché par l'insecte (Messi & Tchuenguem 1994).

Lors de leur activité de butinage, les insectes assurent souvent la pollinisation des fleurs visitées (Vaissière & Izard 1995, Tchuenguem *et al.* 2007, 2008). Une pollinisation efficace est suivie d'une bonne qualité des graines et/ou d'une forte production (Guerriat 1996). Une bonne pollinisation permet d'obtenir de nombreuses graines et donc une croissance, une forme et un calibre adéquats des fruits (Jean-Prost 1987, Jacob-Remacle 1989).

Les insectes et les fleurs se rendent des services mutuels dont le principal bénéficiaire est l'homme. De tels résultats sont salutaires pour le développement de l'agriculture dans les pays en voie de développement, plus particulièrement le Cameroun dont l'économie repose en partie sur l'agriculture.

En milieu naturel comme dans les agro écosystèmes, les insectes floricoles ont une grande importance écologique et économique du fait qu'ils influencent positivement la production agro-alimentaire (Mutsaers 1991, Desquesne 1996, Morison *et al.* 2000a, Tchuenguem 2005, Djonwangwé 2013, Pando 2013, Azo'o 2014, Fameni 2014, Kingha 2014, Douka 2015, Dounia 2015 et Mazi 2015).

Glycine max fut introduit en Afrique au début du 19^{ème} siècle (Raemaekers 2001). Actuellement, l'Egypte et le Nigeria sont les plus grands producteurs africains du soja ; au Cameroun sa production reste encore trop faible (Raemaekers 2001). Plante herbacée annuelle pouvant atteindre 110 cm de hauteur à maturité, les feuilles alternes sont composées et généralement formées de trois folioles (Gallais & Bannerot 1992). L'inflorescence est une grappe portant 5 à 35 fleurs de couleur blanche, jaune ou rouge ; le nectar et le pollen produits par ces fleurs attirent les insectes (Delaplane & Mayer 2000, Milfont *et al.* 2013, Tchuenguem & Dounia, 2014, Kengni *et al.* 2015a,b). Les graines sont largement utilisées dans l'alimentation humaine (Tien *et al.* 2002).

En plus de nos recherches à Yaoundé, l'étude de l'entomofaune floricole de *Glycine max* a été faite au Brésil (Milfont *et al*, 2013), à Maroua (Tchuenguem & Dounia 2014) et à Ngaoundéré (Kengni *et al*. 2015a,b) au Cameroun. Exception faite de *Apis mellifera* dont l'activité a été étudiée sur cette plante, aucun autre insecte anthophile n'a encore, à notre connaissance fait l'objet de recherches sur cette espèce végétale à Yaoundé.

L'entomofaune floricole et l'impact des insectes sur la pollinisation et les rendements d'une espèce végétale peuvent varier dans l'espace et avec le temps (Faegri & Pijl 1979, Jacob-Remacle 1990, Roubik 2000, Tchuenguem 2005, Djonwangwé 2013, Pando 2013, Azo'o 2014, Fameni 2014, Kingha 2014, Douka 2015, Dounia 2015 et Mazi 2015). De ce fait, il est nécessaire de mener des investigations sur les relations entre *Glycine max* et leurs insectes floricoles dans la Région du Centre au Cameroun.

Le présent travail a pour objectif général la contribution à la connaissance des relations entre *Glycine max* et ses insectes floricoles. Cette connaissance peut permettre notamment d'augmenter les rendements de la Fabacée, pour répondre à la forte demande des graines dans ce pays.

Trois principaux objectifs spécifiques sont visés :

- inventorer les insectes anthophiles de *Glycine max* ;
- étudier l'activité des insectes sur les fleurs de cette Fabacée ;
- évaluer l'impact des insectes floricoles sur les rendements fruitiers et grainiers de cette plante.

CHAPITRE I :
REVUE DE LA LITTÉRATURE

I. Pollinisation et productions végétales

La pollinisation dépend de plusieurs facteurs dont la répartition des sexes dans le temps et dans l'espace, les agents vecteurs de pollen et l'adaptation réciproque fleurs - vecteurs polliniques (Dumas & Zandonella 1984 , Williams *et al.* 2001).

Plusieurs mécanismes sont conjointement mis en place pour assurer la pollinisation, en particulier le transport du pollen par les vecteurs plus ou moins spécialisés qui sont les animaux (zoogamie), le vent (anémogamie) et l'eau (hydrogamie) (Pesson & Louveaux 1984). Les pollinisateurs et les systèmes de pollinisation présentent une forte diversité (Frankie *et al.* 2005). La plupart des espèces d'Abeilles actuellement connues sont les pollinisatrices les plus efficaces (Frankie *et al.* 2005). Les vertébrés pollinisateurs comprennent les chauves-souris et des oiseaux (Paton 2000 , Ingram *et al.* 2002). Les pollinisateurs tels que les abeilles, les oiseaux et les chauves-souris influencent pour 35 % de la production végétale mondiale, accroissant la production de 87 % des principales cultures vivrières, ainsi que celle de nombreux remèdes d'origine végétale (Klein *et al.* 2007). Avec plus de 200 000 espèces de plantes à fleurs qui dépendent de la pollinisation par plus de 100 000 autres espèces d'insectes (FAO, 2009b), la pollinisation est cruciale pour le maintien de la biodiversité dans le monde. Environ 80 % de toutes les espèces de plantes à fleurs sont pollinisées principalement par des insectes (FAO, 2009b).

Les Apoïdes ont montré leur activité pollinisatrice notamment sur : *Abelmoschus esculentus* (Azo'o *et al.* 2011 , 2012b) ; *Adenocalymma bracteatum* (Almeida-Soares *et al.* 2010) ; *Asclepias incarnata* (Ivey *et al.* 2003) ; *Allium cepa* (Tchindébé & Tchuenguem 2014) ; *Allium cepa* et *Brassica napus* (Vaissière 2002) ; *Brachiaria brizantha* (Adamou & Tchuenguem 2014) ; *Brassica napus* (Klein *et al.* 2006, Jauker & Wolters 2008 , Hoyle & Cresswell 2009 , Pierre *et al.* 2010) ; *Cajanus cajan* (Saxena *et al.* 1990 , Singh *et al.* 1990 , Reddy *et al.* 2004 , Pando *et al.* 2011b , Mazi *et al.* 2014) ; *Callistemon rigidus* (Tchuenguem *et al.* 2004 , Fameni *et al.* 2012) ; *Citrullus lanatus* (Azo'o *et al.* 2010) ; *Citrus paradisi* (Chacoff & Aizen 2007) ; *Coffea arabica* et *Coffea canephora* (Klein *et al.* 2003) ; *Cucumis melo* (Philippe 1991 , Vaissière & Izard 1995 , Valantin-Morison *et al.* 2006) ; *Cucurbita pepo* (Julier & Roulston 2009) ; *Cynara scolymus* (Morison *et al.* 2000a) ; *Cyrtanthus breviflorus* (Vaughton *et al.* 2010) ; *Ecballium*

elaterium (Rust *et al.* 2003) ; *Glycine max* (Milfont *et al.* 2013 ,Tchuenguem & Dounia 2014 , Kengni *et al.*2015) ; *Gossypium hirsutum* (Dounia &Tchuenguem 2013, 2014 ,Mazi *et al.*2013) ; *Helianthus annuus* (Tchuenguem *et al.* 2009a) ; *Medicago savita* (Yocum *et al.*2010) ; *Panax quinquefolius* (Mooney & McGraw 2007) ; *Phacelia tanacetifolia* (Kumova *et al.* 2001) ; *Phaseolus coccineus* (William & Free 1975 , Kendall & Smith 1976 , Koltowski 2004 ,Pando *et al.* 2011a , Kingha *et al.*2012) ; *Phaseolus vulgaris* (Kasina *et al.* 2009a, 2009b , Douka & Tchuenguem 2013) ; *Syzygium guineense* var. *guineense* (Djonwangwe *et al.* 2011a) ; *Vaccinium ashei* (Dedej &Delephane 2003) ; *Vaccinium corymbosum* (Tuell *et al.* 2009) ; *Vigna unguiculata* (Vaz *et al.*1998 , Asiwe 2009 , Ige *et al.* 2011 , Pando *et al.*2013) , *Vitellaria paradoxa* (Djonwangwe *et al.* 2011c) , *Ximenia americana* (Djonwangwe *et al.* 2011b) et *Zea mays* (Tchuenguem & Messi 1998).

II. Caractéristiques des insectes pollinisateurs

On distingue différents ordres d'insectes ayant une réelle activité sur les fleurs. Le rôle des insectes dans la pollinisation des fleurs est lié à leurs caractéristiques morphologiques, précisément leurs pièces buccales (Figure 1) ; En fonction de la morphologie de celles-ci, basée sur la réduction des mandibules et le développement de la glosse, les insectes sont plus ou moins spécialisés dans la pollinisation de certaines fleurs (Eardley *et al.*2010).

III. Généralités et systématique des Apoïdés étudiés

III.1. *Apis mellifera adansonii*

III.1.1. Généralités

Apis mellifera (Figure 2) est la plus connue des Abeilles d'utilité économique (Segeren *et al.* 1996). Elle est originaire d'Europe, du Proche et Moyen - Orient et de l'Afrique (Segeren *et al.*, 1996). C'est un insecte social vivant dans des ruches renfermant chacune 50 000 à 60 000 individus en moyenne (Michel *et al.* 1994).

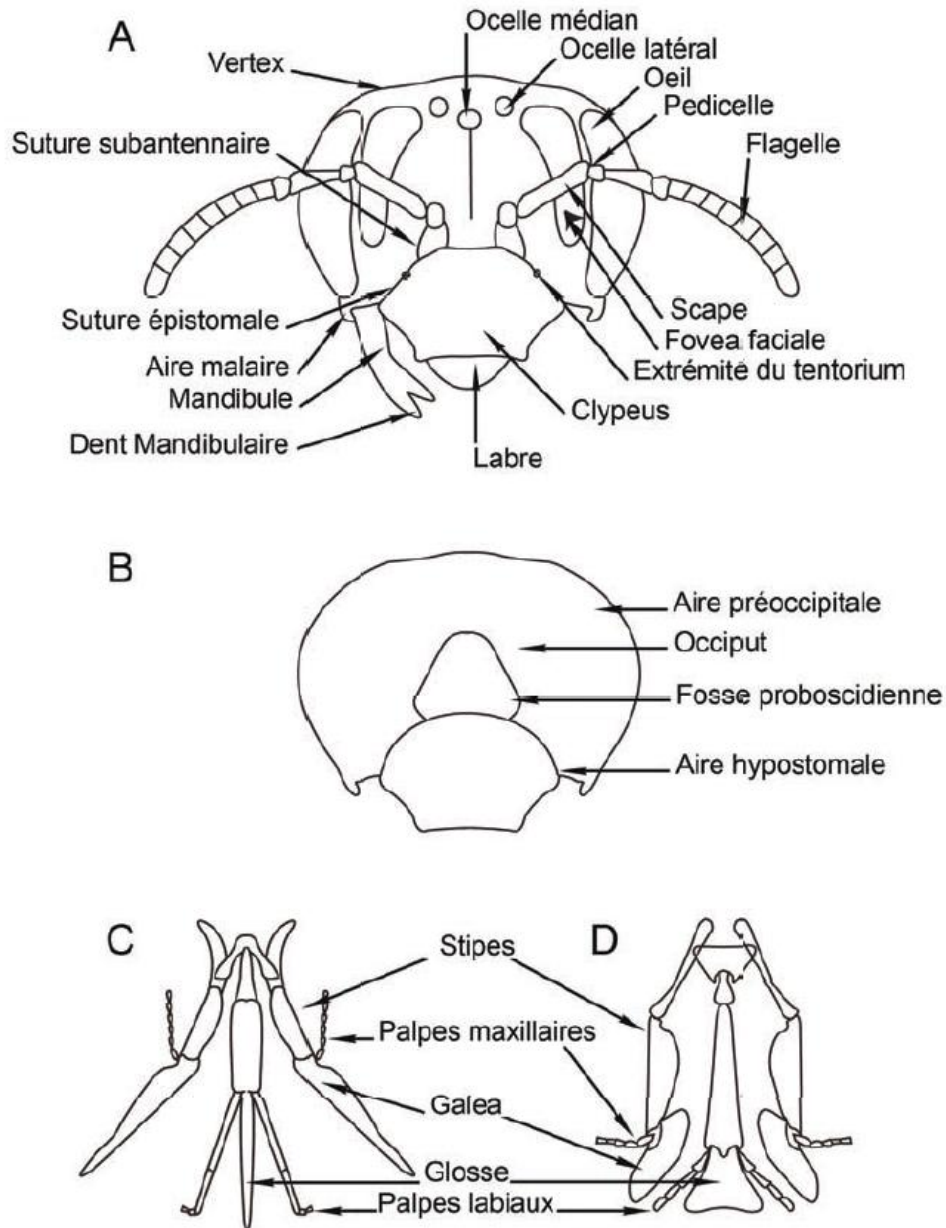


Figure 1. Morphologie et caractères taxonomiques d'une abeille (Eardley *et al.* 2010)

(A : Face ; B : Vue arrière de la tête ; C : Pièces buccales d'une abeille à langue longue ; D : Pièces buccales d'une abeille à langue courte).

Chaque ruche abrite une colonie composée de deux castes femelles (la reine et les ouvrières) et d'une caste mâle (faux bourdons). Une colonie peut avoir environ 300 mâles ; lorsque les ressources sont rares, les ouvrières tuent les mâles (Louveaux 1984 , Michel *et al.* 1994 , Segeren *et al.* 1996). La fonction biologique de la reine, qui est 2,8 fois plus lourde qu'une ouvrière, réside exclusivement dans la reproduction (Loïriche 1984 , Michel *et al.* 1994 , Segeren *et al.* 1996). Elle peut pondre jusqu'à 2000 œufs par jour et sa durée de vie est de cinq ans au maximum (Michel *et al.* 1994). Elle sécrète une substance chimique appelée phéromone royale qui est spécifique à chaque colonie (Loïriche 1984). Les ouvrières sont des femelles à ovaires atrophiés dont le rôle est de construire les rayons avec la cire qu'elles produisent, de nettoyer la ruche, d'assurer la défense de la colonie grâce à leur dard, d'alimenter les larves, de ventiler la ruche et de butiner les fleurs (Loïriche 1984). Leur durée de vie peut atteindre six mois (Louveaux, 1984 , Segeren *et al.* 1996).

Les mâles sont produits par parthénogenèse ; ils ont pour rôle principal d'assurer la fécondation de la reine et quelques uns d'entre eux contribuent au maintien de la bonne température dans la ruche (Louveaux 1984, Michael 1999). Ceux ayant participé à l'accouplement de la reine meurent aussitôt après l'acte sexuel (Segeren *et al.* 1996). L'abeille *Apis mellifera* est considérée comme un insecte polytrophe, puisqu'elle visite les fleurs de diverses espèces végétales (Pesson & Louveaux 1984). Dans la nature, l'Abeille récolte cinq produits essentiels pour son alimentation et la protection de son habitat : l'eau pour réguler la température à l'intérieur de la ruche (Morison *et al.* 2000a) ; le nectar et le miellat pour la fabrication du miel (Frisch 1969, Tyburce 1996) ; le pollen qui est leur source de protéines et la résine pour la fabrication de la propolis (substance antibiotique utilisée pour stériliser l'intérieur de la ruche grâce à ses propriétés fongicides et bactéricides) (Jean-Prost 1987). La production des colonies d'abeilles mellifères est proportionnelle à l'abondance et à l'attractivité des plantes nectarifères présentes dans l'environnement du rucher (Segeren *et al.* 1996, Villières 1987, Williams & Carreck 1994).

III.1.2. Position systématique (Kingha 2014)

- eucaryote.....Domaine : *Eucarya*
- multicellulaire ; hétérotrophe ; pas de paroi cellulaire cellulosique.....
.....Règne : *Animalia*
- corps métamérisé ; cuticule chitineuse ; appendices articulés.....
.....Embranchement : Arthropodes
- antennes ; mandibules.....Sous - embranchement : Mandibulates
- respiration trachéenne ; corps divisé en tête, thorax et abdomen ; trois paires de pattes.....Classe : Insectes
- ailes.....Sous - classe : Ptérygotes
.....Section : Oligonéoptères
- nervation alaire originale.....Superordre : Hyménoptéroïdes
- deux paires d'ailes membraneuses à nervures peu nombreuses, les antérieures étant couplées aux postérieures par un dispositif d'accrochage ; ailes antérieures plus grandes que les postérieures ; tarsi à cinq articles ; pièces buccales broyeuses ; maxilles et labium modifiés en langue suceuse ; antennes à 10 articles au moins ; holométabole.....Ordre : Hyménoptères
- abdomen pétiolé ; thorax muni d'un 4^{ème} segment, le propodeum (1^{er} segment abdominal) fusionné au thorax.....Sous - ordre : Apocrites
- pronotum court, en collet, portant de chaque côté un lobe arrondi qui ne rejoint pas les tégulas ; corps à poils denses fourchus ou plumeux ; 1^{er} article des tarsi postérieurs élargi et aplatiSuperfamille : Apoidea
- ailes antérieures avec trois cellules submarginales ; deux articles basaux des palpes labiaux longs et plats ; palpes maxillaires réduits ; glosses longues et fines.....Famille : Apidae
- reine plus grande que l'ouvrière, à organe de récolte et de construction réduits et aiguillon moyen ; gâteaux de cire pure, suspendus aux branches ou aux rochers ; ruches parfois très peuplées ; essaimage de la vieille reine fondatrice ou d'une jeune femelle entourée d'ouvrièreSous - famille : Apinae
- bâtisseur de rayons verticaux faits de cire ; présence d'un système de communication sous forme de «danse» ; insectes sociaux présentant trois castes morphologiquement

distinctes ; nouvelles colonies fondées par fission et incluant l'ancienne reine.....Genre : *Apis* Linné

- nid dans une cavité ; «dances» réalisées sur une surface verticale d'un rayon ; lors des «dances» ; abdomen frétilant parallèlement à la surface du rayon et recrues positionnées près de l'abdomen de la «danseuse».....Sous - genre : *Apis* Linné

- yeux poilus ; tibias postérieurs sans éperons apicaux ; cellules marginales des ailes antérieures étroites, aux côtés parallèles ; 3^{ème} cellule marginale oblique.....Espèce : *mellifera* Linné1758

- abeille mellifère dont la distribution couvre l'Afrique de l'Ouest, le Nord du Niger, l'Est du Sénégal jusqu'à l'Extrême-Sud de la RDC.....Sous - espèce : *adansonii* 1804 Latreille

Nom scientifique : *Apis mellifera adansonii* Latreille 1804.

Synonyme : *Apis mellifera scutellata* Lepeletier 1836 (Genaro & Franz 2008).

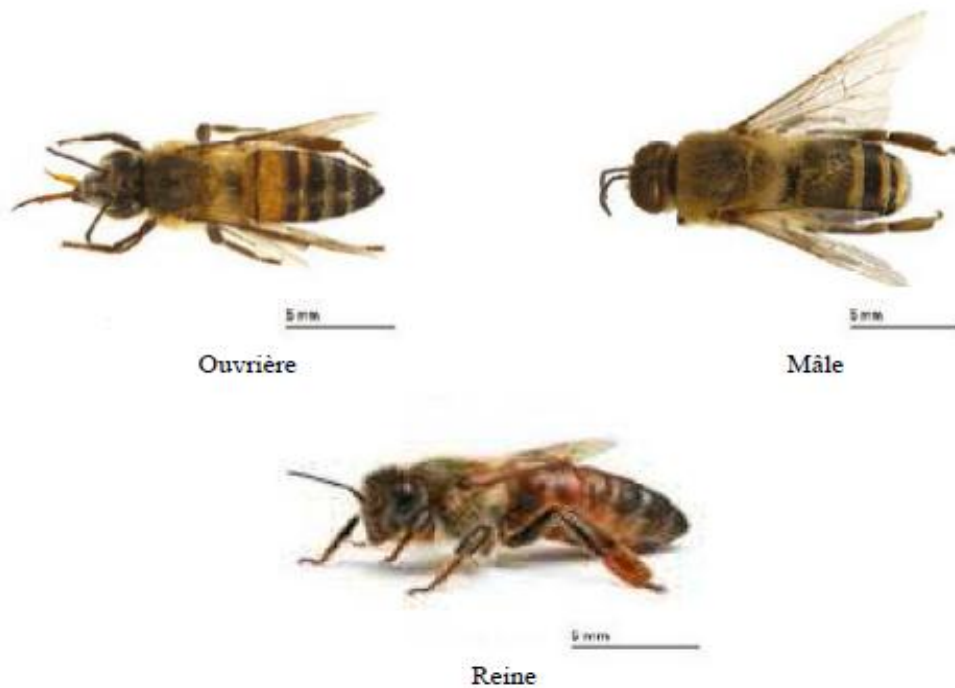


Figure 2. Différentes castes rencontrées dans une colonie de *Apis mellifera: adansonii* (Eardley *et al.*2010)

III.2. *Lipotriches collaris*

III.2.1. Généralités

Lipotriches collaris (Figure 3) est une abeille solitaire de la Famille des Halictidae qui peut atteindre 18 mm de longueur (Eardley *et al.* 2010). Elle niche dans des galeries creusées dans le sol (Onim *et al.* 1979, Pauly *et al.* 2009). Lors de son activité de butinage, *L. collaris* brosse ou secoue violemment les anthères de telle sorte que plusieurs grains de pollens s'attachent sur l'abdomen et parfois sur le dos (Faegri & Pijl 1979).

Lipotriches collaris est largement distribué en Afrique subsaharienne, à Madagascar, en Asie du Sud, en Nouvelle-Guinée, dans les îles Salomon et dans le Nord de l'Australie (Pauly *et al.* 2009). Les femelles sont caractérisées par les tibias postérieurs présentant un plateau basal incomplètement caréné et le calcar interne orné d'une lamelle (Pasteels, 1965, Grewal *et al.* 1990, Michener 2007, Pauly *et al.* 2009). Pour son alimentation, *L. collaris* a la faculté de butiner le pollen de *Paspalum dislychum*, *Sorghum arundinaceum* (Lobreau - Callen & Coutin, 1987, Pauly *et al.* 2009).



Figure 3. *Lipotriches collaris* (Eardley *et al.* 2010)

III.2.2. Position systématique

(Sources : 1 = Woese *et al.* 1990 ; 2 = Borror & White 1991 ; 3 = Roth 1980 ; 4 = Eardley *et al.* 2010)

- eucaryote.....Domaine : *Eucarya* (1)
- multicellulaire ; hétérotrophe ; pas de paroi cellulaire cellulosique.....
.....Règne : *Animalia* (1)
- corps métamérisé ; cuticule chitineuse ; appendices articulés.....
.....Embranchement : Arthropodes (2)
- antennes ; mandibules.....Sous - embranchement : Mandibulates (2)
- respiration trachéenne ; corps divisé en tête, thorax et abdomen ; trois paires de
pattes.....Classe : Insectes (2)
- ailes.....Sous-classe : Ptérygotes (2)
.....Section : Oligonéoptères (3)
- nervation alaire originale.....Superordre : Hyménoptéroïdes (3)
- deux paires d'ailes membraneuses à nervures peu nombreuses, les antérieures étant
coulées aux postérieures par un dispositif d'accrochage ; ailes antérieures plus grandes
que les postérieures ; tarsi à cinq articles ; pièces buccales broyeuses ; maxilles et
labium modifiés en langue suceuse ; antennes à 10 articles au moins ;
holométabole.....Ordre : Hyménoptères (2)
- abdomen pétiolé ; thorax muni d'un 4^{ème} segment, le propodeum (1^{er} segment
abdominal) fusionné au thorax.....Sous - ordre : Apocrites (2)
- pronotum court, en collet, portant de chaque côté un lobe arrondi qui ne rejoint pas les
tégulas ; corps à poils denses fourchus ou plumeux ; 1^{er} article des tarsi postérieurs
élargi et aplatiSuperfamille : Apoidea (2)
- langue courte ; une seule suture subantennaire ; glosse pointue ; veine basale des ailes
antérieures généralement bien coudées.....Famille : Halictidae (4)
- première et deuxième cellules submarginales des ailes antérieures de longueurs
équivalentes et toujours plus longues que la troisième.....
.....Sous - famille : Nomiinae (4)
- plateau basal des tibia postérieure incomplètement caréné.....

.....Genre : *Lipotriches* Gerstaecker 1858 (4)
.....Espèce : *collaris* Vachal 1903 (4)

Nom scientifique : *Lipotriches collaris* Vachal 1903.

Synonyme : *Lipotriches kamerunensis* Friese 1916 (Pauly *et al.* 2009).

III.3. *Halictus* sp.

III.3.1. Généralités

Les abeilles du genre *Halictus* sont des espèces solitaires à sub-sociales (Eardley *et al.* 2010) (Figure 4). Les femelles ont un sillon glabre à l'extrémité de l'abdomen (Eardley *et al.* 2010). Les mâles sont plus fins ; ils ont de longues antennes et un abdomen allongé (Eardley *et al.* 2010). Ce sont des abeilles à langue courte avec une seule suture subantennaire, une glosse pointue et la veine basale des ailes antérieures généralement bien coudée (Eardley *et al.* 2010).



Figure 4. *Halictus* sp. (Eardley *et al.* 2010)

III.3.2. Position systématique (Sources: 1 = Woese *et al.* 1990; 2 = Borror & White 1991; 3 = Roth 1980; 4 = Eardley *et al.* 2010)

- eucaryote.....Domaine: Eucarya (1)
- multicellulaire ; hétérotrophe ; pas de paroi cellulaire cellulosique.....
.....Règne: Animalia (1)
- corps métamérisé ; cuticule chitineuse ; appendices articulés.....
.....Embranchement : Arthropodes (2)
- antennes ; mandibules.....Sous-embranchement : Mandibulates (2)
- respiration trachéenne ; corps divisé en tête, thorax et abdomen ; trois paires de
pattes.....Classe : Insectes (2)
- ailes.....Sous-classe : Ptérygotes (2)
- nervation alaire originale.....Superordre : Hyménoptéroïdes (3)
- deux paires d'ailes membraneuses à nervures peu nombreuses, les antérieures étant
couplées aux postérieures par un dispositif d'accrochage ; ailes antérieures plus grandes
que les postérieures ; tarse à cinq articles ; pièces buccales broyeuses ; maxilles et
labium modifiés en langue suceuse ; antennes à 10 articles au
moins ; holométabole.....Ordre : Hyménoptères (2)
- abdomen pétiolé ; thorax muni d'un 4^{ème} segment ; le propodeum (1^{er} segment
abdominal fusionné au thoraxSous-ordre : Apocrites (2)
- pronotum court, en collet ; 1^{er} article des tarse postérieurs élargi et aplati.....
.....Superfamille : Apoïdea (2)
- langue courte avec une seule suture subantennaire ; glosse pointue ; veine basale des
ailes antérieures généralement bien coudée.....Famille : Halictidae (4)
- sockets antennaires situés au milieu de la face ; extrémités du tentorium situés sur la
suture de l'épistome ; première cellule submarginale des ailes antérieures plus longue que
les deuxième et troisième.....Sous-famille : Halictinae (4)
- espèces solitaires à sub-sociales ; femelle ayant un sillon abdominal sur le dernier
tergite ; veine basale des ailes antérieures généralement bien coudée ; mâles plus fins ;
collecteurs de pollen.....Genre : *Halictus* Thomson(4)

IV. Présentation de *Glycine max*

IV.1. Généralités

Le soja est originaire des régions du Nord et du Centre de la Chine et il fut introduit en Afrique au début du 19^{ème} siècle (Raemaekers 2001). Actuellement, les États-Unis sont le premier producteur mondial avec 38 % de la production mondiale soit 80,5 millions de tonnes en 2008 dont 34 millions de tonnes exportées tandis que l'Égypte et le Nigeria sont les plus grands producteurs africains du soja ; au Cameroun sa production est estimée à 12 544 tonnes (Tableau I) (MINADER 2012). Cette Légumineuse pousse bien sur une grande variété de sols, allant des sables limoneux aux limons argileux, à condition qu'ils soient profonds et bien drainés (Raemaekers 2001). D'après Boyeldieu (1991), le soja est une plante exigeante en chaleur dont le cycle de développement varie de 3 à 5 mois suivant le type de climat ; ce cycle peut être décomposé en trois phases : croissance végétative (30 à 40 jours) ; reproduction (floraison et nouaison, 35 à 50 jours) ; maturation (30 à 50 jours). Les graines contiennent, par 100 g de matière fraîche, environ 581 kJ (139 kcal), 10 g d'eau, 40 g de protéines, 20 g de matières grasses (huiles), 30 g d'hydrates de carbone, 220 mg de calcium, 558 mg de phosphore, 3,8 mg de fer, 0,40 mg de thiamine, 0,17 mg de riboflavine, 1,5 mg de niacine et 27 mg d'acide ascorbique ; elles sont relativement riches en lysine (5,9 à 6,9 % des acides aminés totaux) (Raemaekers, 2001). Les gousses sont comprimées latéralement et sont pubescentes sur toute leur surface ; elles sont sphériques et plus ou moins allongées ; elles ont un tégument crème, noir, parfois vert, jaune ou bicolore (Boyeldieu 1991) ; leur longueur varie de 3 à 8 cm ; elles contiennent chacune généralement 2 à 4 graines (Mc Gregor 1976). Le stigmate devient réceptif un ou deux jours avant l'anthèse et la libération du pollen des anthères se fait immédiatement avant l'ouverture de la fleur, favorisant l'autopollinisation (Fehr, 1980, Delaplane & Mayer 2000, Tchuenguem & Dounia 2014, Kengni *et al.* 2015a).

Tableau I. Superficies cultivées et production de *Glycine max* par Région en 2009 et 2010 au Cameroun

Région	Superficies (hectares) en 2009	Production (tonnes) en 2009	Superficies (hectares) en 2010	Production (tonnes) en 2010
Adamaoua	78	105	85	116
Centre	1798	2671	1901	2810
Est	-	-	-	-
Extrême-nord	469	481	560	520
Littoral	1554	2514	1637	2647
Nord	427	353	467	401
Nord-ouest	1787	1784	2034	2156
Ouest	2443	3463	2877	3654
Sud	84	60	89	72
Sud-ouest	136	164	138	168
Total	8774	11595	9788	12544

Source : MINADER 2010

(-) : pas des données

IV.2. Quelques usages

Le soja est largement utilisé dans l'alimentation humaine dans tout le Sud - Est asiatique comme la Chine, l'Inde ainsi que dans plusieurs pays d'Amérique latine à l'instar du Brésil et de l'Argentine qui sont les plus grands exportateurs derrière les États Unis (Tien *et al.* 2002). Les graines sont utilisées pour la fabrication de la farine de soja destinée à préparer une bouillie qui protège les enfants contre le kwashiorkor (Boyeldieu 1991).

En industrie, le soja est utilisé pour la production d'huile alimentaire; du yaourt ; du chocolat, du fromage; et pour la fabrication du tourteau destiné à nourrir les animaux (USDA 2002). La consommation du soja contribue à la réduction des risques de maladies cardiovasculaires, grâce à sa richesse en protéines ; les isoflavines qu'il contient empêchent la multiplication des cellules cancéreuses ; la génistéine (isoflavine principale du soja) freine la prolifération de la plupart des cellules cancéreuses de la prostate et des seins (Lamartini 2000). Cette consommation contribue également à la réduction des bouffées de chaleur et de l'émotivité chez la femme ménopausée (Messina & Messina 2000, Alekel *et al.* 2000).

IV.3. Morphologie

Le soja est une plante herbacée annuelle et érigée existante à l'état cultivé issu du soja sauvage. Il peut atteindre 130 cm de hauteur à maturité ; les feuilles alternes sont composées et généralement formées de trois folioles (Gallais & Bannerot 1992) (Figures 5 et 6). Il en existe de nombreuses variétés, se différenciant notamment par le port, des plantes grimpantes ou rampantes, plus proches des types originaux, aux formes naines plus couramment cultivées. Les autres différences concernent la couleur des graines et la période de floraison. La plante est entièrement (feuilles, tiges, gousses) revêtue de fins poils gris ou bruns. Les folioles mesurent de 6 à 15 cm de long et de 2 à 7 cm de large. Comme chez le haricot, les deux premières feuilles sont entières et opposées. Les feuilles tombent avant que les gousses ne soient arrivées à maturité. Les fruits sont des gousses velues, longues de 3 à 8 cm, de forme droite ou arquée, et contiennent en général 2 à 4 graines (rarement plus). Les graines, de forme sphérique ou elliptique, ont un diamètre de 5 à 11 mm et sont comestibles. Leur couleur varie du jaune au noir en passant par le vert. L'inflorescence est une grappe portant 5 à 35 fleurs ; une plante peut produire jusqu'à 800 fleurs au cours de sa vie ; chaque fleur ne dure qu'un jour (Delaplane & Mayer 2000) ; produisant le nectar et le pollen attirant les insectes floricoles (Milfont *et al.* 2013, Tchuenguem & Dounia 2014, Kengni *et al.* 2015). Les fleurs zygomorphes sont blanches, roses ou pourpres, de petite taille et presque inaperçues et apparaissent à l'aisselle des feuilles, groupées en grappes de trois à cinq. Elles sont hermaphrodites et autogames et la pollinisation croisée est parfaitement possible ; la corolle porte cinq pétales dont le supérieur est appelé étendard ; les deux pétales médianes sont appelés ailes et les deux inférieurs forment la quille qui cache les organes sexuels ; La formule florale est : $5 [S] 5 P 10 E 1 \underline{C}$ (Mc Gregor 1976, Carolyn *et al.* 2000) (Figures 6 et 7). L'ovaire est pubescent et contient un à cinq ovules qui se développent simultanément et un style incurvé terminé par un stigmate bifide couvert par la papille. La fécondation est de type cléistogame et la probabilité d'obtenir des allofécondations est très faible (Carolyn *et al.* 2000).

IV.4. Position systématique

(Source : 1 = Woese *et al.*, 1990 ; 2 = Marechal *et al.*, 1978 ; 3 = Arbonnier, 2000).

- eucaryote.....Domaine : *Eucarya* (1)
- multicellulaire ; autotrophe ; paroi cellulaire cellulosique.....
.....Règne : *Plantae* (1)
- plante à graines.....Embranchement : Spermaphytes (2)
- ovule protégée par une enveloppe appelé carpelle.....
.....Sous - embranchement : Angiospermes (2)
- graine à deux cotylédons ; feuille à nervure ramifiée ; fleur de type 5
.....Classe : Dicotylédones (2)
- cinq pétales soudés ; ovaire infère.....Sous - classe : Gamopétales (2)
- pétales disposés sous forme de rose.....Ordre : Rosales (2)
- plante annuelle ou pérenne ; feuille souvent alterne et composée, bipennée, mono
pennée ou palmée, rarement simple ; corolle de type 5 ; 3 étamines ou plus, maximum 10,
libres ou unis par leurs filaments de plusieurs types ; pistil unique, simple et
libre.....Superfamille : Légumineuses (2)
- pétale supérieur plus grand (étendard) recouvrant les pétales latéraux (ailes) ; deux
pétales inférieurs libres ou en partie soudés (carène).....Famille : Fabacées (2)
- foliole stipellée ; plante herbacée annuelleGenre : *Glycine* (L.) Merr. 1917 (3)
-Espèce : *max* Willd. 1798 (3)

Nom scientifique : *Glycine max* Willd. 1798.

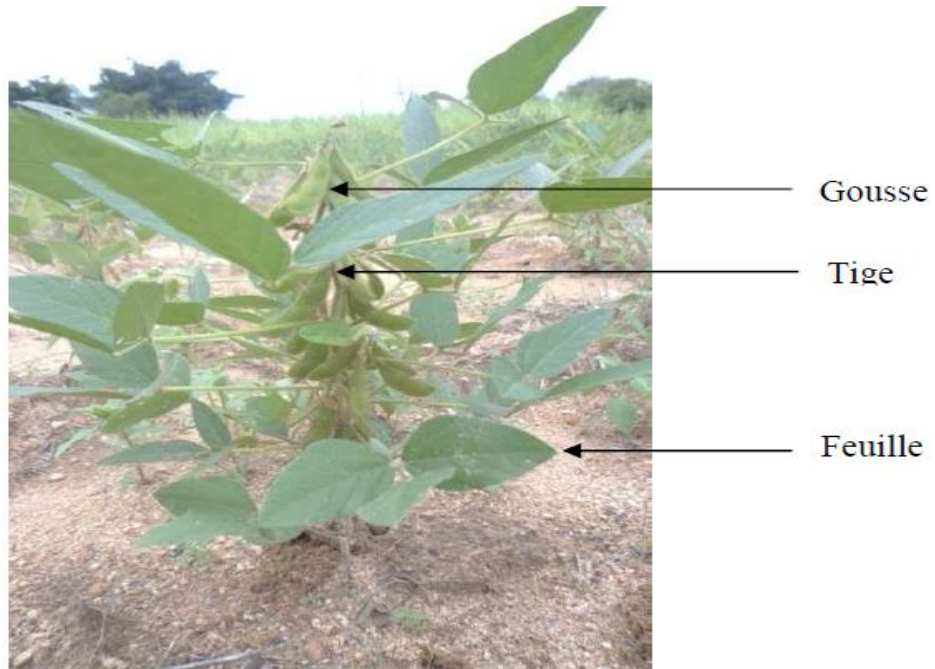


Figure 5. Pied de *Glycine max* (photographie, kakbé)



Figure 6. Fleur épanouie de *Glycine max* (photographie, kakbé)

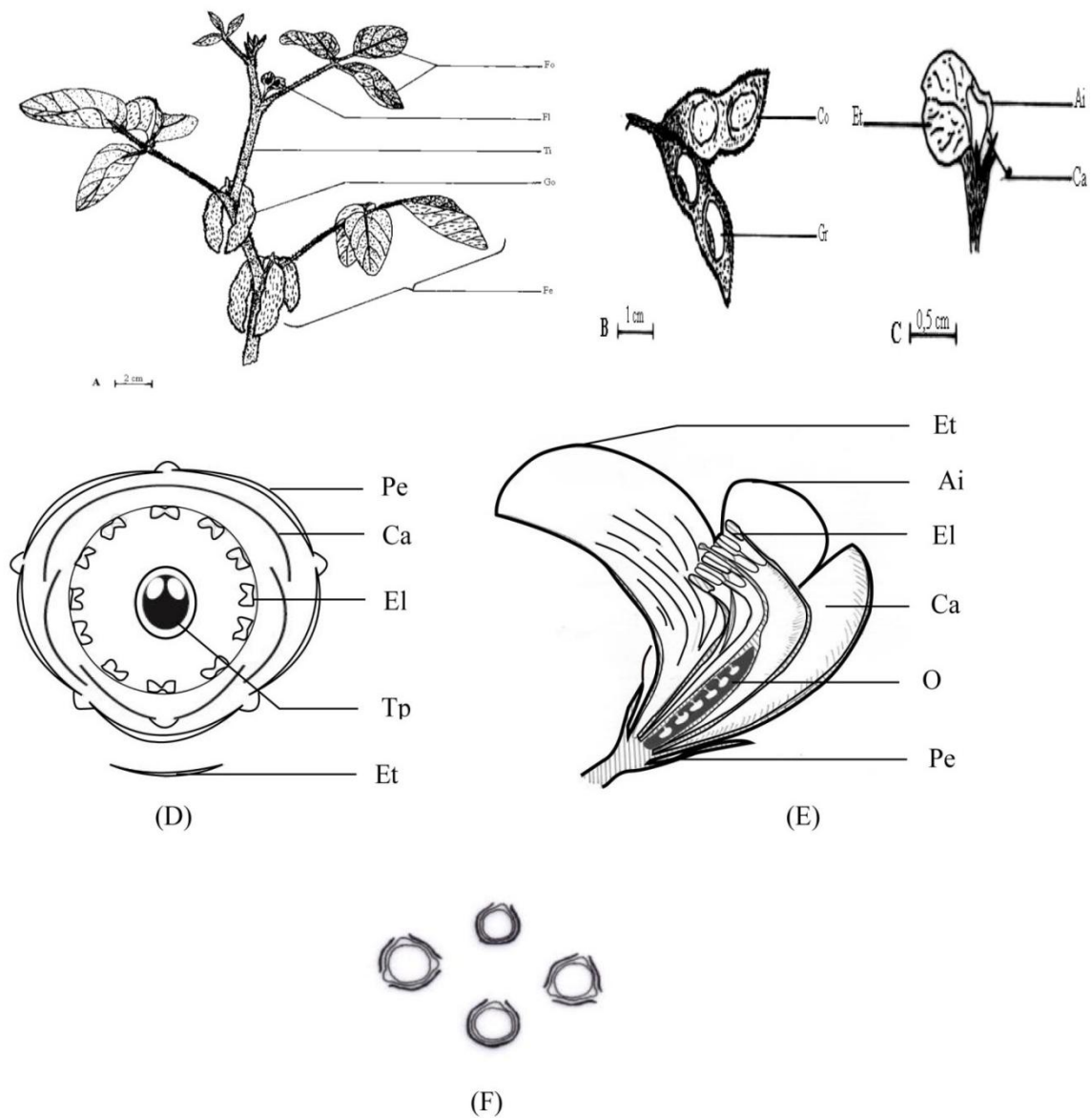


Figure 7 *Glycine max* (d'après Westphalet *al.*, 1985).

A : Partie aérienne ; **A** : Gousse ouverte ; **C** : Fleur entière ; **D** : Diagramme florale ; **E** : Coupe longitudinale de la fleur ; **F** : Pollen (x 400).

Ai : aile ; Ca : carène ; Co : gousse ; El : étamine libre ; Et : étendard ; Fe : feuille ; Fl : fleur ; Ft : tige ; Go : gousse ; Gr : graine ; O : ovaire ; Pe : pétale ; Tp : tube pollinique ; Ti : tige.

V. Valeur apicole du couvert végétal

La flore de diverses régions du globe terrestre comporte un nombre plus ou moins important de Spermaphytes. Les fleurs de certaines de ces plantes sont visitées par les Abeilles pour la récolte du pollen et/ou du nectar (Mc Gregor 1976, Pesson & Louveaux 1984, Guerriat 1996). Abeilles et fleurs sont donc indissociables et le mutualisme qui les lie a contribué à la coévolution et à la diversité des espèces que l'on connaît aujourd'hui (Vaissière 2002, Payette 2003). A l'échelle géographique, il apparaît que les Abeilles et les plantes à fleurs ont évolué en parallèle, et le premier fossile d'Abeille remonte à la fin du Crétacé (Vaissière 2002).

Les plantes dont les fleurs sont exploitées par les abeilles domestiques se trouvent dans divers biotopes. Ainsi, en République Démocratique du Congo, on les retrouve notamment dans les jachères, les lieux cultivés et les buissons (Bakenga *et al.* 2000). Dans ce pays, environ 71 % des plantes apicoles sont nectarifères et les colorations bleue, violette, rouge, jaune et rose sont plus attractives pour les abeilles (Bakenga *et al.* 2000). En République de Croatie, les plantes apicoles se retrouvent dans les régions montagneuses et méditerranéennes (Stephnic *et al.* 2000). En Afrique de l'Ouest, la valeur apicole de plusieurs plantes est connue (Villières 1987).

Certaines plantes apicoles fortement nectarifères comme *Callistemon rigidus*, *Syzygium guineense* var. *macrocarpum* et *Voacanga africana* ont des pieds qui produisent des milliers de fleurs pendant plusieurs semaines et peuvent ainsi permettre d'accroître directement la production de miel (Tchuenguem 2005). Les études des pollens extraits des fleurs faites conjointement avec les analyses polliniques du nectar, des miels et du « pain d'abeilles » ont permis de déterminer l'origine botanique de plusieurs plantes butinées par l'abeille domestique (Donadieu 1983).

VI. Relations *Glycine max*- insectes floricoles

Les relations entre le soja et ses insectes floricoles sont très peu connues. Les principaux pollinisateurs du soja sont des apoïdes (George 1989, Al Ghzawi *et al.* 2003, Purewal & Rhandawa 1957, Srivastava & Sachan 1973, Chandra & Bhatnagar 1975, Milfont *et al.* 2013, Tchuenguem & Dounia 2014, Kengni *et al.* 2015a).

Les seuls travaux sur l'entomofaune floricole du soja réalisé au Cameroun sont ceux de Tchuengem & Dounia (2014) et Kengni *et al.* (2015) effectués à Maroua et à Ngaoundéré dans les Régions de l'Extrême – Nord et de l'Adamaoua respectivement. Il ressort de ces investigations que les Apoïdés visitent les fleurs de *Glycine max*, les familles les plus fréquents sont représentées par les Apidae et les Halictidae. Ces insectes augmentent ainsi les rendements fruitiers et grainiers de cette Fabacée. Étant donné que l'entomofaune d'une plante et son impact sur ses rendements peuvent varier d'une région à l'autre pour une même espèce (Philippe 1991 et Tchuengem 2005) ; il est donc nécessaire de mener d'autres investigations dans d'autres régions du Cameroun pour compléter les données existantes.

CHAPITRE II : MATÉRIEL ET MÉTHODES

II.1. Site d'étude

Les travaux ont été réalisés de juin à septembre 2015 à l'École Normale Supérieure de Yaoundé (latitude : 3° 51,350 N, longitude : 11° 30,380 E), Département du Mfoundi, Région du Centre au Cameroun. Les coordonnées géographiques ci-dessus ont été enregistrées à l'aide d'un 'Global Positioning System' (Garmin GPS II+)

II.1.1. Aperçu climatique, géologique et humain sur la Région du Centre

La Région du Centre est située entre les 3^{ème} et 6^{ème} degrés de latitude Nord et entre les 10^{ème} et 14^{ème} degrés de longitude Est (figure 8 et 9). Elle couvre environ 68953 km², avec une population de 3525664 habitants, pour une densité de 51,1 habitants/km² (3^{ème} RGPH 2010). Elle appartient à la zone agro écologique dite de forêt dense tropicale humide.

Le climat est de type équatorial guinéen avec quatre saisons : la grande saison de pluies va d'août à novembre, la grande saison sèche de novembre à mars, la petite saison de pluies de mars à juillet et la petite saison sèche de juillet à août (Suchel 1988).

Le relief de la Région du Centre est un ensemble de formations précambriennes autrefois vigoureusement plissées (Onguene 1993). Une érosion très prolongée, sans bouleversement tectonique majeur a engendré une topographie subhorizontale dans ses lignes générales (Nzenti *et al.* 1988). L'altitude est comprise entre 600 et 900 m (Guiscafre & Nouvelot 1971). Ces irrégularités se multiplient de l'Est à l'Ouest à tel point que la frange occidentale du plateau prend un aspect réellement montagneux de part et d'autre de la gouttière de la Sanaga (Suchel 1988). Le socle est composé de schistes, gneiss associés aux micaschistes, gneiss migmatisés et grenatifères (Champetier & Ribes 1956). Dans le domaine de Yaoundé, les sols sont très épais, d'aspects homogènes et formés sur un matériau originel très altéré ; ce sont les sols ferrallitiques (Bachelier 1959).

La végétation de la Région du Centre n'est pas uniforme comme son climat (Letouzey 1985). La partie Sud de la région se rattache à la forêt dense humide sempervirente (Brabant 1967) ou forêt ombrophile caractérisée par l'abondance de Légumineuses (Suchel 1988). Cette forêt est mutilée par l'Homme, notamment pour les plantations et l'expansion urbaine. Là où ces exploitations ont lieu, une forêt secondaire remplace la forêt primaire. La forêt dense humide sempervirente se caractérise par la

persistance du feuillage, elle apparaît toujours verte et les arbres perdent les feuilles de façon irrégulière (Suchel 1988). Certains arbres peuvent perdre leurs feuilles avec une certaine régularité alors que d'autres procèdent à un renouvellement partiel du feuillage et ne sont jamais totalement dénudés (Suchel 1988).

La partie à climat subéquatorial se rattache à la forêt dense humide semi-décidue (Santoir & Bopda 1995) ou forêt mésophile avec l'abondance des Sterculiacées et des Ulmacées (Letouzey 1985). Elle se situe à la périphérie septentrionale de la forêt sempervirente, sous des conditions écologiques un peu plus sèches. Ce type de forêt manifeste un grand dynamisme ; ses espèces à semences anémochores sont capables de coloniser les portions de forêt sempervirente dégradées et les savanes périforestières qui brusquement font suite vers le Nord au massif de forêt dense humide (Suchel 1988). La forêt mésophile est une formation très dynamique qui a tendance à remplacer la forêt sempervirente à la suite des défrichements. Quand on passe au-dessus du 3^{ème} parallèle, la forêt mésophile a tendance à être très dominante (Suchel 1988). Pendant la saison sèche, certains arbres perdent totalement leur feuillage créant de petites trouées dans la canopée (Suchel 1988). Dans ce type de forêt mésophile ou hémi-ombrophile, la strate arborescente inférieure est souvent formée de quelques espèces grégaires notamment de la famille des Annonacées, alors que le sous-bois, assez éclairé permet une forte installation de grandes Marantacées (Suchel 1988).

Le milieu humain est composé des Bantous du groupe des Pahouins. Il s'agit des Eton et Ewondo (Westphal *et al.* 1981). Ils pratiquent l'agriculture itinérante sur brûlis. Les principales cultures vivrières sont *Musa paradisiaca*, *Xanthosoma sagittifolium*, *Manihot esculenta*, *Dioscorea esulenta* et *Arachis hypogaea* (Westphal *et al.* 1981). Les cultures vivrières incluent *Zea mays*, *Cucumeropsis mannii*, *Citrullus lanatus*, *Abelmoschus esculentus*, *Solanum lycopersicum* et *Capsium annuum* (Westphal *et al.* 1981). *Theobroma cacao* et *Coffea arabica* sont les deux principales cultures industrielles (Santoir & Bopda 1995). Ces dernières années, il y a un engouement prononcé pour *Elaeis guineensis*.

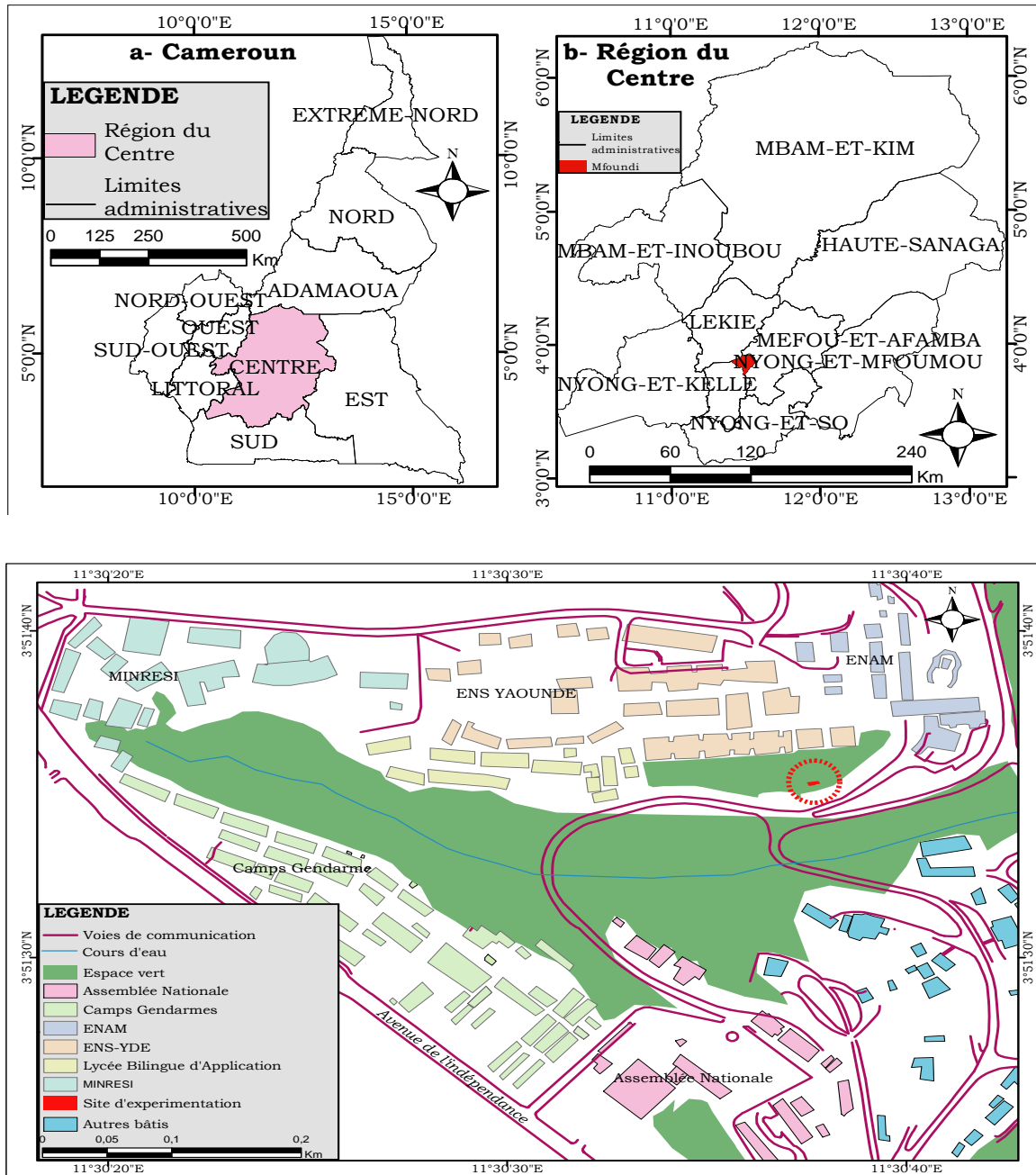


Figure 8. Carte présentant la Région du Centre, le Département du Mfoundi et la localisation de la zone et du site d'étude

II.2. Station d'étude et matériel biologique

II.2.1. Station d'étude

La surface expérimentale (Figure 9) a une superficie de 31,25 m². Elle est entourée par plusieurs autres espèces végétales dont les fleurs sont susceptibles d'attirer les insectes anthophiles de *G. max*. Les plus représentatives de ces plantes sont: *Abelmoschus esculentus*, *Cassipoum*, *Ipomoea batatas*, *Jathropa gossypifolia*, *Lycopersicum* sp., *Mimosa* sp., *Musa* sp., *Penisetum* sp., *Solanum aethiopicum*, *Solanum melongena*, *Solanum nigrum*, *Tithonia diversifolia* et *Zea mays*.

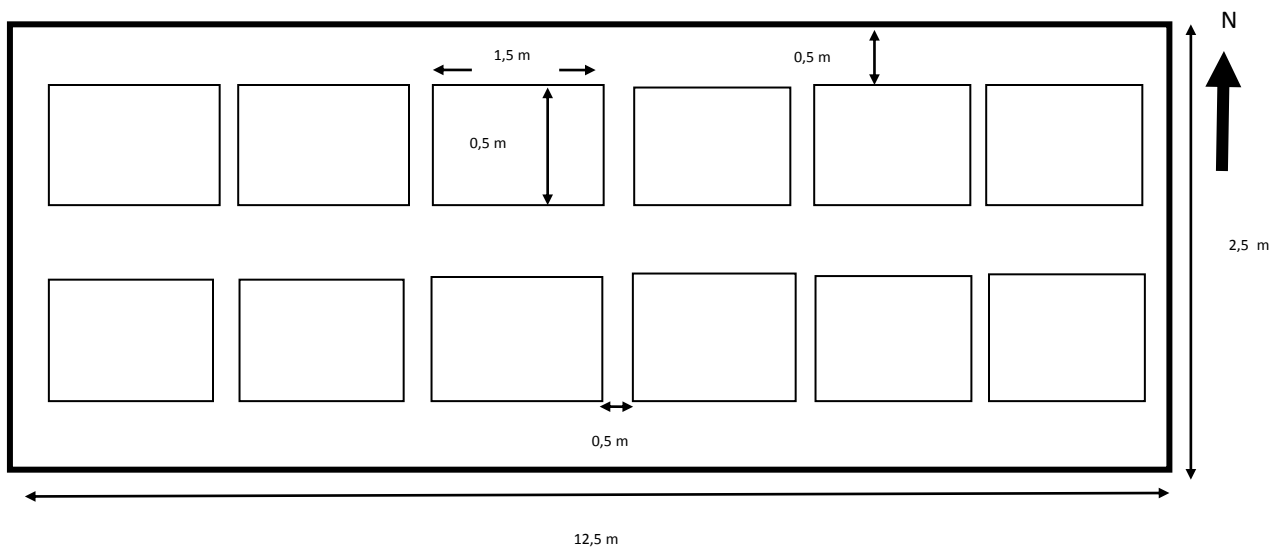


Figure 9. Parcelle expérimentale de *Glycine max*

II.2.2. Matériel végétal

Les semences de *Glycine max* ont été achetées au marché Mfoundi à Yaoundé (Figure 10).



Figure 10. Graines de *Glycine max*(photographie, kakbé)

II.2.3. Matériel animal

Une colonie de *A. m. adansonii* située à 10m de la parcelle expérimentale. Les abeilles observées sur nos plantes appartiennent exclusivement à la Super-famille des Apoïdés Latreille 1804 (Pauly, 1998). Elles avaient plusieurs origines possibles :

- une colonie de *A. m. adansonii* présents sur le site d'étude ;
- d'autres colonies non inventoriées de l'environnement expérimental.

Les autres insectes observés sur nos plantes provenaient :

- des nids de *L. collaris* et *Halictus* sp. présents sur le site d'étude ;
- de diverses populations d'insectes naturellement présentes dans l'environnement expérimental.



A



B

Figure 11. Habitat de *Apis mellifera adansonii* du site expérimental (A) vue d'ensemble, (B) entrée de la colonie (photographie, kakbé)

II.3. Méthodes

II.3.1. Préparation de la parcelle expérimentale

Durant la période du 1^{er} au 2 juin 2015, la parcelle expérimentale a été défrichée, labourée et 12 blocs de 1,5m x 0,5m ont été formés ; l'espace entre les blocs est de 0,5 m avec une allée de 0,5m tout autour du champ.

II.3.2. Semis et suivi de la culture de *Glycine max*

Le 03 juin 2015, Le semis a été fait en lignes sur les blocs, à raison d'une ligne par bloc. Les graines ont été semées en poquets, à raison de 5 graines par poquet, 4 poquets par bloc et la distance entre deux poquets est de 30 cm (MINADER 2010).

Quinze jours après la levée (10 juin 2015), le démariage a été fait et seules deux plantes ont été conservées par poquet. De la levée à l'ouverture des premières fleurs (survenue le 22 juillet 2015), les opérations de sarclage ont été réalisées régulièrement à la houe, une fois tous les 10 jours. Du début de la floraison à la maturité des fruits (25 août 2015), le sarclage manuel a été régulièrement effectué.

II.3.3. Détermination du mode de reproduction

A partir du 27 juillet 2015, les fleurs au stade bouton ont été comptées sur 96 plantes réparties sur les douze blocs (à raison de 8 plants par bloc) et deux traitements constitués (Figure 12) :

- traitement 1 : 6 blocs libres (Figure 13) ;
- traitement 2 : 6 blocs délicatement isolés à l'aide des sacs en toile gaze (Figure 14).



Figure 12. Vue partielle du champ expérimental de *Glycine max*(photographie, kakbé)



Figure 13. Bloc portant des pieds de *Glycine max* aux fleurs en libre pollinisation (photographie, kakbé)



Figure 14. Bloc portant des pieds de *Glycine max* aux fleurs protégées des insectes

Dix jours après la fanaison de la dernière fleur, le nombre de fruits formés a été compté dans chaque traitement. Les graines sont pesées et mesurées dans chacun des traitements 1 et 2 après la récolte. Pour chaque traitement, l'indice de fructification (*Ifr*) est calculé selon la formule ci-après (Tchuenguem *et al.* 2001):

$Ifr = (F_1/F_2)$ où F_1 est le nombre de fruits formés et F_2 le nombre de fleurs initialement portées.

La différence entre les indices de fructification des traitements 1 et 2 permet d'apprécier les taux d'allogamie (TC) et d'autogamie au sens large (TA), selon les formules ci-après (Demarly 1977) :

$TC = \{[(Ifr_1 - Ifr_2) / Ifr_1] \times 100\}$, où Ifr_1 et Ifr_2 sont les indices de fructification obtenus dans le traitement en libre pollinisation (traitement 1) et dans le traitement protégé des insectes (traitement 2) respectivement;

$$TA = 100 - TC.$$

II.3.4. Détermination de la place des différentes espèces d'insectes dans l'entomofaune floricole de *Glycine max*

Sur les fleurs du traitement 1, les observations ont été effectuées tous les deux jours du 27 juillet au 12 août 2015, selon cinq tranches horaires : 8 - 9 h, 10 - 11 h, 12 - 13 h, 14 - 15 h et 16 - 17 h. Nous passons une fois sur chacune des fleurs du traitement aux fleurs laissées en libre pollinisation durant chacune de ces tranches horaires. A chaque passage, les différents insectes rencontrés sur les fleurs étaient comptés. Les résultats cumulés ont été exprimés par les nombres de visites (Tchuengem 2005). Les données sur la fréquence relative des visites des différents insectes floricoles recensés ont permis de déterminer la place de ces derniers dans l'entomofaune floricole de *Glycine max*.

II.3.5. Étude de l'activité des différentes espèces d'insectes sur les fleurs de *Glycine max*

II.3.5.1. Produits floraux récoltés

Il s'agissait de noter si sur une fleur, l'insecte récolte le pollen et/ou le nectar. Une abeille qui plonge sa trompe dans une fleur est une butineuse de nectar alors que celle qui gratte les anthères à l'aide de ses mandibules est une butineuse du pollen. Les produits floraux récoltés par les insectes sur les fleurs de *G. max* ont été notés lors de l'enregistrement de la durée des visites par fleur.

II.3.5.2. Abondance des butineuses

Il s'agissait de compter le plus grand nombre d'insectes simultanément en activité sur une fleur et sur 1000 fleurs épanouies (Tchuengem 2005). Ces paramètres ont été enregistrés pendant les mêmes dates et tranches horaires que la fréquence des visites. L'abondance par fleur a été enregistrée à la suite des comptages directs. Pour l'abondance par 1000 fleurs (A_{1000}), des ouvrières étaient comptées sur un nombre connu de fleurs ; A_{1000} était ensuite calculé à l'aide de la formule suivante : $A_{1000} = [(A_x / F_x) \times 1000]$, où F_x est le nombre de fleurs épanouies et A_x le nombre de butineuses comptées sur F_x à l'instant x (Tchuengem 2005).

II.3.5.3. Durée des visites par fleur

Le chronomètre ramené à zéro était mis en marche dès que l'insecte se pose sur une fleur et arrêté dès le départ de celui-ci. La durée de la visite effectuée correspond à la valeur lue sur le chronomètre. Ce paramètre était enregistré pendant les mêmes dates et périodes journalières que pour la fréquence des visites, à raison d'au moins six valeurs par tranche horaire, si l'activité des insectes le permet.

II.3.5.4. Étho-écologie de butinage

II.3.5.4.1. Éthologie

Le comportement de l'insecte lors de la récolte du pollen et/ou du nectar sur une fleur de *G. max* a été noté à la suite des observations directes.

La vitesse de butinage a été enregistrée : elle correspond au nombre de fleurs visitées par minute (Jacob-Remacle 1989). Les observations ont été effectuées aux mêmes dates que la fréquence de visites et selon quatre tranches horaires : 9h - 10 h, 11h - 12 h, 13h - 14 h et 15h - 16 h, à raison d'au moins cinq valeurs par période journalière, si l'activité des insectes le permet.

Le chronomètre mis à zéro était déclenché dès qu'une butineuse se posait sur une fleur et arrêté dès qu'elle était perdue de vue. Le nombre de fleurs visitées par celle-ci était alors compté, au fur et à mesure qu'elle passait de fleurs en fleurs (Tchuengem 2005). La vitesse de butinage (V_b) est :

$$V_b = [(60/di) \times Fi] \text{ où } di \text{ est la durée donnée par le chronomètre (en seconde) et } Fi$$

est le nombre de fleurs correspondant à *di*.

Au cours de cette observation, si l'insecte revient sur une fleur déjà visitée, le comptage est effectué comme s'il s'agissait de deux fleurs distinctes (Tchuenguem 2005).

II.3.5.4.2. Écologie

II.3.5.4.2.1. Effet de l'interaction entre les insectes visiteurs

L'influence de la faune a été systématiquement enregistrée lors du chronométrage de la durée des visites par fleur. Il s'agissait de noter, par un signe en exposant, chaque visite interrompue, en précisant l'auteur de cette interruption.

II.3.5.4.2.2. Influence de la flore avoisinante

L'influence de la flore a été appréciée par des observations directes sur le terrain. Il s'agissait de noter si, au cours d'un voyage de butinage, une butineuse peut quitter les fleurs de *G. max* pour les fleurs d'une autre espèce végétale environnante et vice-versa.

II.3.5.4.2.3. Influence de quelques facteurs climatiques

Un thermo-hygromètre portable installé à l'ombre a permis d'enregistrer la température et l'hygrométrie de la station d'étude tout au long de la période d'observation. Les effets physiques du vent, de l'insolation, de la pluie et de la nébulosité ont été aussi notés.

II.4. Estimation de la valeur apicole de *Glycine max*

Comme pour d'autres espèces végétales (Villières 1987, Tchuenguem 2005, Djonwangwé 2013, Pando 2013, Azo'o 2014, Fameni 2014, Kingha 2014, Douka 2015, Dounia 2015 et Mazi 2015), la valeur apicole de *G. max* a été évaluée à l'aide des données sur :

- l'intensité de floraison ;
- l'attractivité des insectes vis-à-vis du pollen et du nectar.

II.5. Évaluation de l'impact des insectes sur la pollinisation de *Glycine max*

Ce paramètre a été enregistré lors de l'étude de la durée des visites. Il s'agissait de noter, pendant la récolte du nectar et/ou du pollen, le nombre de fois où le corps d'une butineuse entre en contact avec le stigmate de la fleur visitée. Les données obtenues permettent de mettre en évidence les possibilités d'intervention de l'insecte dans l'autopollinisation et la pollinisation croisée (Tchuenguem 2005).

II.6. Évaluation de l'impact des insectes sur les rendements de *Glycine max*

L'impact des insectes sur le rendement est basé sur :

- l'impact des insectes anthophiles sur la pollinisation ;
- l'impact de la pollinisation sur la fructification de *G. max*
- la comparaison des rendements fruitiers et grainiers (taux de fructification, nombre de graines par gousse, masse de graines, longueur équatoriale/ polaire de graines et pourcentage de graines normales) des traitements 1 et 2.

Le pourcentage (P_i) du taux de fructification dû à l'influence des insectes floricoles est calculé à l'aide de la formule ci - après :

$P_i = \{[(F_1 - F_2) / F_1] \times 100\}$ 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) \times 100.

Le pourcentage de l'augmentation (P_{gi}) du nombre de graines par gousse attribuable à l'influence des insectes floricoles est calculé à l'aide de la formule : $P_{gi} = \{[(g_1 - g_2) / g_1] \times 100\}$ où g_1 et g_2 sont les nombres moyens de graines par gousse dans les traitements 1 et 2 respectivement (Tchuenguem 2005).

Le pourcentage de l'augmentation (P_{mi}) de masse de graines attribuable à l'influence des insectes floricoles est calculé à l'aide de la formule : $P_{mi} = \{[(m_1 - m_2) / m_1] \times 100\}$ où m_1 et m_2 sont les masses moyennes de graines dans les traitements 1 et 2 respectivement (Delaplane *et al.* 2013).

Le pourcentage de l'augmentation (P_{li}) de longueur équatoriale/polaire des graines attribuable à l'influence des insectes floricoles est calculé à l'aide de la formule : $P_{li} = \{[(l_1 - l_2) / l_1] \times 100\}$ où l_1 et l_2 sont les longueurs équatoriales/polaires moyennes de graines dans les traitements 1 et 2 respectivement (Delaplane *et al.* 2013).

Le pourcentage de l'augmentation (P_{ni}) des graines normales attribuable à l'influence des insectes floricoles est calculé à l'aide de la formule : $P_{ni} = \{([P_{ni1} - P_{ni2})/P_{ni1}] \times 100\}$ où P_{ni1} et P_{ni2} sont les pourcentages de graines normales dans les traitements 1 et 2 respectivement (Tchuenguem *et al.* 2001).

II.7. Impact des différentes espèces d'insectes sur les rendements de *Glycine max*

Le pourcentage (P_{iAx}) du taux de fructification dû à l'influence des insectes (A_x) est calculé à l'aide de la formule ci - après :

$P_{iAx} = \{[(F_1 - F_2) / F_1] \times F_{Ax}\}$ où F_1 et F_2 sont les taux de fructification dans les traitements 1 et 2 respectivement et F_{Ax} la fréquence de visite de l'insecte A_x .

Pour un traitement, le taux de fructification est (nombre de gousses/nombre de fleurs) $\times 100$.

Le pourcentage (P_{giAx}) du nombre de graines par gousse attribuable à l'influence des insectes A_x est calculé à l'aide de la formule : $P_{giAx} = \{[(g_1 - g_2) / g_1] \times F_{Ax}\}$ où g_1 et g_2 sont les nombres moyens de graines par gousse dans les traitements 1 et 2 respectivement et F_{Ax} la fréquence de visite de l'insecte A_x (Tchuenguem 2005).

Le pourcentage (P_{miAx}) de masse de graines attribuable à l'influence des insectes floricoles est calculé à l'aide de la formule : $P_{miAx} = \{[(m_1 - m_2) / m_1] \times F_{Ax}\}$ où m_1 et m_2 sont les masses moyennes de graines dans les traitements 1 et 2 respectivement et F_{Ax} la fréquence de visite de l'insecte A_x (Delaplane *et al.* 2013).

Le pourcentage (P_{liAx}) de longueur équatoriale/polaire de graines attribuable à l'influence des insectes floricoles est calculé à l'aide de la formule : $P_{liAx} = \{[(l_1 - l_2) / l_1] \times F_{Ax}\}$ où l_1 et l_2 sont les longueurs équatoriales/polaires moyennes de graines dans les traitements 1 et 2 respectivement et F_{Ax} la fréquence de visite de l'insecte A_x (Delaplane *et al.*, 2013).

Le pourcentage (P_{niAx}) des graines normales attribuable à l'influence des insectes floricoles est calculé à l'aide de la formule : $P_{niAx} = \{([P_{ni1} - P_{ni2})/P_{ni1}] \times F_{Ax}\}$ où P_{ni1} et P_{ni2} sont les pourcentages de graines normales dans les traitements 1 et 2 respectivement et F_{Ax} la fréquence de visite de l'insecte A_x (Tchuenguem *et al.* 2001).

II.8. Capture et détermination des insectes floricoles

Tout au long de la période d'observation, les insectes ont été capturés (un à trois individus par espèce) manuellement ou à l'aide d'un filet fauchoir sur les fleurs de *G.max.* puis conservés dans des flacons contenant de l'alcool à 70 %, excepté les Lépidoptères et les Odonates qui étaient conservés dans des papillotes, selon les recommandations de Borror & White (1991). La détermination des spécimens a été faite au Laboratoire de Zoologie de l'École Normale Supérieure de l'Université de Yaoundé I à l'aide de la clé selon Delvare & Aberlenc (1989) et Roth M. (1980)

II.9. Récolte et détermination des plantes

Pendant la période d'observation, les échantillons de diverses autres plantes en fleurs attractives pour les insectes floricoles des plantes sous investigation ont été récoltés et un herbier a été confectionné. L'identification des spécimens des plantes a été faite à l'herbier national.

II.10. Traitement des données

Comme dans d'autres travaux (Tchuenguem 2005, Djonwangwé 2013, Pando 2013, Azo'o 2014, Fameni 2014, Kingha 2014, Douka 2015, Dounia 2015 et Mazi 2015), l'analyse des données a été faite à l'aide de :

- la statistique descriptive (calcul des moyennes, écart-types et pourcentages) ;
- quatre tests : Test $-t$ de Student (comparaison des moyennes de deux échantillons) ; Chi-carré (χ^2) (la comparaison des pourcentages) ; ANOVA (F) (comparaison des moyennes de plus de deux échantillons) ; Coefficient de corrélation de Pearson (r) (étude des relations linéaires entre deux variables).

Nous avons en outre utilisé les logiciels Microsoft Excel 2007 et STATISTICA 10.1.

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION

III.1. Mode de reproduction de *Glycine max*

Pour le traitement 1 (libre pollinisation), l'indice de fructification moyen (Ifr_1) a été de 0,53 ($n = 8695$) tandis que dans le traitement 2 ;(Ifr_2) est de 0,39 ($n = 8503$).

$TC = 26,42 \%$ et $TA = 73,58 \%$.

Glycine max a un régime de reproduction mixte allogame-autogame, avec une nette dominance de l'autogamie.

Ce régime de reproduction mixte allogame-autogame a été trouvé par les auteurs Milfont (2013) au Brésil, Tchuenguem & Dounia (2014) à Maroua et Kengni *et al.*2015a à Ngaoundéré, le système de reproduction d'une plante ne change pas suivant les zones agro-écologiques.

III.2. Place de *Apis mellifera adansonii*, *Lipotriches collaris* et *Halictus* sp. dans l'entomofaune floricole de *Glycine max*

Durant la période de floraison (du 22 juillet au 25 aout 2015),188 visites de 10 espèces d'insectes ont été dénombrées sur les fleurs de 48 pieds du soja. Le tableau 2montre les différents insectes recensés et leur taux de visites.

Il ressort de ce tableau que parmi les insectes floricoles de *G. max*, *A. m. adansonii* occupe le premier rang (45,74 %), suivie de *L. collaris* (35,63 %) et *Halictus* sp. (13,82 %).

Les Hyménoptères sont connues comme faisant partie des insectes floricoles les plus fréquents sur plusieurs autres espèces végétales parmi lesquelles *Eucalyptus incrassata* (Bonb& Brown 1979), *Rubus idaeus* (Bolchi *et al.* 1984), *Malus pumila* (Jacob-Remacle 1989), *Zea mays* (Messi & Tchuenguem 1998), *Voacanga africana* (Tchuenguem *et al.* 1999), *Callistemon rigidus* (Tchuenguem *et al.* 2004) et *Brassicaoleracea* var. *botrytis* L. (Selvakurmar *et al.* 2006), *Gossypium hirsutum* (Dounia & Tchuenguem 2013, Mazi *et al.*2013), *Phaseolus vulgaris* (Kingha *et al.*2012, Douka & Tchuenguem 2013), *Vigna unguiculata* (Pando *et al.*2013, Kengni *et al.*2015),*Cajanus cajan* (Mazi *et al.*2014), *Allium cepa* (Tchindébé & Tchuenguem

2014), *Physalis micrantha* (Otiobo *et al.*2015), *Brachiaria brizantha* (Adamou *et al.*2014).

L'entomofaune floricole de *G. max* est pauvre par rapport à celle trouvée à Maroua en 2010 et 2011 où Tchuenguem & Dounia (2014) ont dénombré 28 espèces d'insectes par contre le résultat trouvé est élevé par rapport à celui rapporté par Kengni *et al.* (2015a) ; ces auteurs ont dénombré 6 espèces d'insectes.

Tableau 2. Insectes recensés sur les fleurs de *Glycine max*, nombre et pourcentage des visites des différents insectes

Insectes				
Ordres	Familles	Genre, Espèce	<i>n</i>	<i>P</i> (%)
	Apidae	<i>Apis mellifera adansonii</i>	86	45,74
Hymenoptera	Halictidae	<i>Lipotriches collaris</i>	67	35,63
		<i>Halictus</i> sp.	26	13,82
		Autre espèces (7)	9	4,78
Total		10	188	100 %

n : nombre de visites sur 8695 fleurs en 9 jours (45 heures) ; *p* (pourcentage de visites) = (*n*/ 188) × 100.

III.3. Activité de *Apis mellifera adansonii*, *Lipotriches collaris* et *Halictus* sp. sur les fleurs de *Glycine max*

III.3.1. Aliments récoltés

Sur les fleurs de *G. max*, les ouvrières de *A. m. adansonii* récoltent très fortement le nectar et faiblement le pollen (Figure 15). Sur 86 visites de *A. m. adansonii* enregistrées, 59 (68,60 %) étaient consacrées à la récolte du nectar, 27 (31,40%) à la récolte du pollen. *L. collaris* et *Halictus* sp. prélèvent régulièrement et exclusivement le nectar.

Ainsi, le nectar de *G. max* attire fortement les abeilles. Cette attractivité élevée serait liée au fait que cet aliment est produit en grande quantité et est aisément accessible aux insectes visiteurs.

La récolte du pollen et du nectar sur les fleurs de *G. max* par les Hyménoptères a été observée à Maroua par Tchuenguem & Dounia (2014) et à Ngaoundéré par Kengni *et al.* (2015a).



Figure 15. *Apis mellifera adansonii* (A) et *Lipotriches collaris* (B) récoltant le nectar dans les fleurs de *Glycine max* (photographie, kakbé)

III.3.2. Fréquence journalière des visites

La figure 16 montre que *A. m. adansonii*, *L. collaris* et *Halictus* sp. visitent les fleurs de *G. max* toute la journée, avec des pics respectifs situés entre 12-13h pour *A. m. adansonii* et *L. collaris* et 14-15h pour *Halictus* sp. Cette régularité se justifierait par la forte attractivité du nectar de *G. max* vis-à-vis de ces insectes. Ces tranches horaires correspondraient aux moments de la journée où le nectar et le pollen de cette essence sont disponibles au niveau des fleurs.

Vers la fin de l'après-midi, l'activité des ouvrières de *A. m. adansonii*, *L. collaris* et *Halictus* sp. sur les fleurs de *G. max* baisse fortement, du fait d'un épuisement des produits floraux et du début de retour des ouvrières dans leurs niches.

Pour les pics d'activités de *A. m. adansonii*, nos résultats ne sont pas conformes avec ceux de Tchuenguem & Dounia (2014) et de Kengni *et al.* (2015a); ces auteurs ont trouvés un pic situé entre 10-11h à Maroua et 13-14h à Ngaoundéré respectivement.

Ainsi le pic d'activité des insectes floricoles peut varier suivant les zones agro-écologiques.

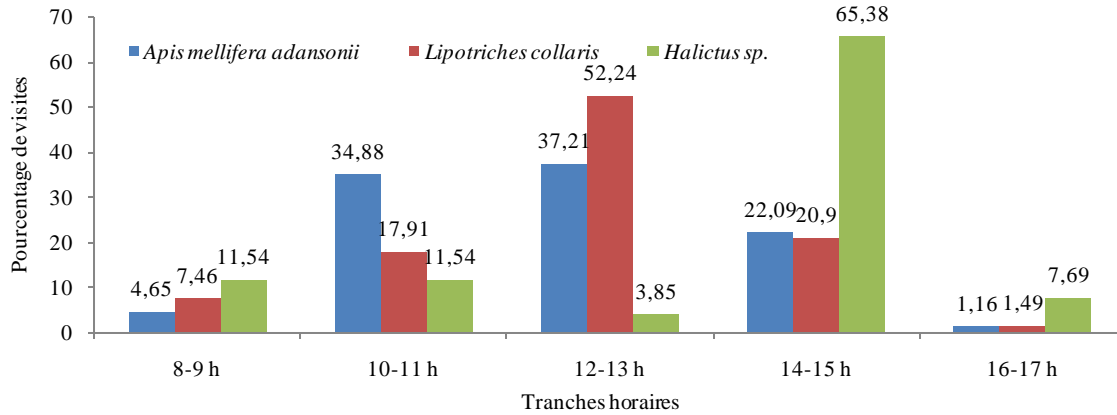


Figure 16. Répartition des pourcentages des visites de *Apis mellifera adansonii*, *Lipotriches collaris* et *Halictus sp.* sur les fleurs de *Glycine max* selon les tranches horaires journalières

III.3.3. Abondance des butineuses

Le nombre moyen d'ouvrières de *A. m. adansonii*, *L. collaris* et *Halictus sp.* simultanément en activité sur une fleur de *G. max* est de 1 ($n = 30$; $s = 0$) respectivement. L'abondance moyenne par 1000 fleurs est de 708 ($n = 50$; $s = 91,20$; $maxi = 402$), 215 ($n = 50$; $s = 71,61$; $maxi = 169$) et 113 ($n = 10$; $s = 33,80$; $maxi = 62$) respectivement pour *A. m. adansonii*, *L. collaris* et *Halictus sp.* (Tableau 3).

Pour *A. m. adansonii* cette forte abondance serait liée à la faculté que possèdent les abeilles domestiques de recruter un nombre élevé de butineuses pour exploiter une source de nourriture intéressante (Frisch, 1969 ; Louveaux, 1984).

Par contre à Maroua Tchuenguem & Dounia (2014) et à Ngaoundéré Kengni *et al.* (2015a) ont mis en évidence trois *A. m. adansonii* pour 1000 fleurs de *G. max*.

Tableau 3. Abondance de *Apis mellifera adansonii*, *Lipotriches collaris* et *Halictus sp.* sur 1000 les fleurs de *Glycine max*

Insectes	Abondance par 1000 fleurs				Comparaisons
	<i>n</i>	<i>m</i>	<i>s</i>	<i>max</i>	
<i>Apis mellifera adansonii</i>	50	708	91,20	402	<i>Apis mellifera adansonii</i> / <i>Lipotriches collaris</i> : $t = 148,22, P < 0,001$, THS <i>Apis mellifera adansonii</i> / <i>Halictus sp.</i> : $t = 213,03, P < 0,001$, THS <i>Lipotriches collaris</i> / <i>Halictus sp.</i> : $t = 45,03, P < 0,001$, THS
<i>Lipotriches collaris</i>	50	215	71,61	169	
<i>Halictus sp.</i>	50	113	33,80	62	

III.3.4. Rythme des visites selon le rythme d'épanouissement des fleurs

La figure 17 montre une corrélation :

- positive et significative entre le nombre de fleurs épanouies et le nombre de visites de *A. m. adansonii* ($r=0,86$; $ddl = 8$; $P < 0,05$).

- positive et significative entre le nombre de fleurs épanouies et le nombre de visites de *L. collaris* ($r=0,83$; $ddl = 8$; $P < 0,05$).

- positive et significative entre le nombre de fleurs épanouies et le nombre de visites de *Halictus* sp. ($r=0,18$; $ddl = 8$; $P < 0,05$).

La corrélation positive met en évidence l'attractivité du nectar et du pollen des fleurs de *G. max* vis-à-vis de ces insectes. Elle illustre le principe de butinage optimal qui caractérise ces insectes (Roubik 1995).

Pour *A. m. adansonii* Tchuenguem & Dounia (2014) à Maroua et Kengni *et al.* (2015) à Ngaoundéré ont trouvé une corrélation positive significative entre le nombre de visites de cet insecte et le nombre de fleurs épanouies.

Pour *L. collaris* Dounia (2015) à Maroua a trouvé une corrélation positive significative entre le nombre de visites de cet insecte et le nombre de fleurs épanouies de *G. max*.

Ainsi une grande quantité de fleurs épanouies dans un champ libère dans l'environnement un parfum qui attire les insectes floricoles.

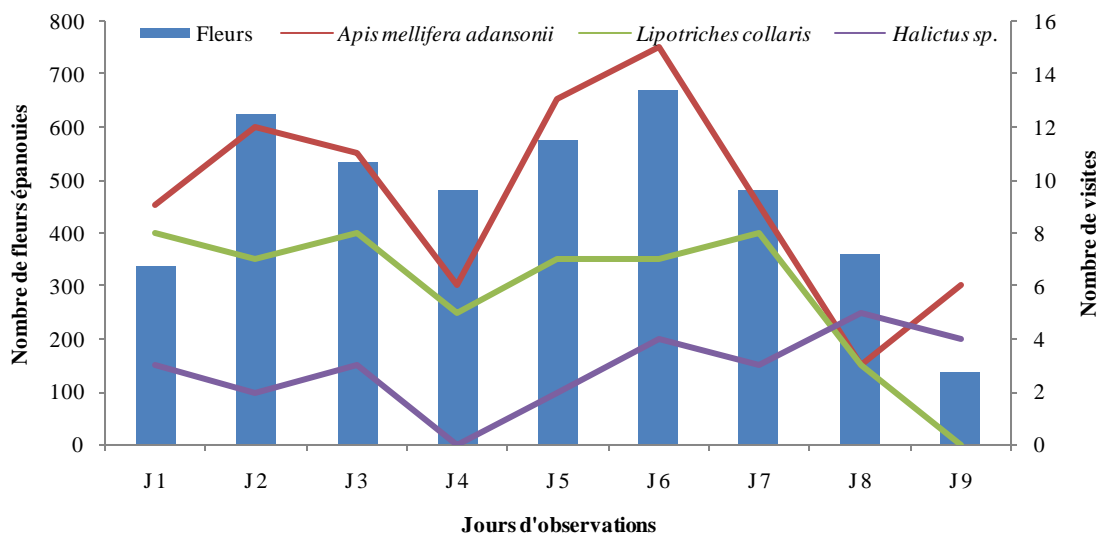


Figure 17. Variation du nombre de fleurs épanouies et du nombre de visites de *Apis mellifera adansonii*, *Lipotriches collaris* et *Halictus sp.* sur les fleurs de *Glycine max* selon les jours d'observation

III.3.5. Durée des visites par fleur

Le Tableau 4 montre la durée de visite des insectes suivant les produits floraux récoltés il ressort de ce tableau que :

Apis mellifera adansonii met 3 sec à 8 sec sur les fleurs de *G. max*, avec une moyenne de 04,35 sec ($n = 27$; $s = 12,36$) pour la collette du pollen et de 03,27 sec ($n = 59$; $s = 7,14$) pour la récolte du nectar.

Lipotriches collaris passe 3 sec à 8 sec sur les fleurs de *G. max*, avec une moyenne de 04,12 sec ($n = 67$; $s = 17,01$) pour butiner le nectar.

Halictus sp. s'applique de 3 sec à 9 sec par fleur de *G. max*, avec une moyenne de 04,65 sec ($n = 26$; $s = 5,88$) pour prélever le nectar.

Chez *A. m. adansonii*, nous avons trouvé une différence significative ($P < 0,01$) entre les durées de visite de récolte de nectar et de pollen. Cette différence montre que cette abeille met plus de temps pour prélever le pollen que le nectar.

Pour le prélèvement de nectar, *A. m. adansonii* passe moins de temps sur les fleurs de *G. max* que *L. collaris* et *Halictus sp.*

Tableau 4. Durée des visites de chaque insecte par fleur de *Glycine max* selon les produits floraux prélevés.

Insectes	Produit récolté	Durée d'une visite par fleur (seconde)					Comparaisons
		<i>n</i>	<i>m</i>	<i>s</i>	<i>min</i>	<i>maxi</i>	
<i>Apis mellifera adansonii</i>	Nectar	59	3,27	7,14	3	8	Nectar/pollen(<i>Apis mellifera adansonii</i>) : $t = -2,17, ddl = 84, P < 0,01, HS$
	Pollen	27	4,35	12,36			
<i>Lipotriches collaris</i>	Nectar	67	4,12	17,01	3	8	Nectar/nectar (<i>Apis mellifera adansonii</i> / <i>Lipotriches collaris</i>) : $t = -1,98, ddl = 124, P < 0,05, S$
<i>Halictus sp.</i>	Nectar	26	4,65	5,88	3	9	Nectar / nectar (<i>Apis mellifera adansonii</i> / <i>Halictus sp.</i>) : $t = -3,63, ddl = 83, P < 0,001, THS$ Nectar/nectar(<i>Lipotriches collaris</i> / <i>Halictus sp.</i>) : $t = -0,66, ddl = 91, P > 0,05, NS$

III.3.6. Étho-écologie de butinage

III.3.6.1. Éthologie

Une Abeille recherchant le nectar entre dans le tube corollaire, puis déploie sa trompe pour sucer le nectar. L'ouvrière peut visiter entre 1 à 3 fleurs sur une même plante lors d'un voyage de butinage. Le retour sur une fleur déjà visitée a été observé. Le passage de l'Abeille de plante en plante est très fréquemment observé.

Pour récolter le pollen, la butineuse entre dans le tube corollaire de la fleur et se pose sur les étamines. Puis, à l'aide de ses pattes et des mandibules, elle gratte rapidement les anthères pour y prélever le pollen qui est ensuite accumulé dans les corbeilles (cas de l'abeille domestique). Le passage de fleur en fleur se fait par vol. A la fin de la récolte, l'abeille peut se poser sur une feuille pour rassembler les grains de pollen déposés sur son tégument et les accumuler dans ses corbeilles (cas de l'abeille domestique).

Sur les pieds de *G. max*, *A. m. adansonii*, *L. collaris* et *Halictus sp.* visitent entre 1 et 11 fleurs par minute. Le tableau 5 montre la vitesse moyenne de butinage de différents insectes sous investigation.

La vitesse de butinage varie avec les espèces végétales et sur une espèce végétale avec les insectes et le produit floral récolté (Tchuenguem 2005).

Tableau 5. Vitesse de butinage de chaque insecte par fleur de *Glycine max* selon les produits floraux prélevés

Insectes	Produit récolté	Vitesse de butinage (nombre de fleurs/minute)					Comparaisons
		<i>n</i>	<i>m</i>	<i>s</i>	<i>min</i>	<i>maxi</i>	
<i>Apis mellifera adansonii</i>	Nectar	30	5,16	4,01	3	11	Nectar/pollen(<i>Apis mellifera adansonii</i>) : $t=3,76,ddl=58,P<0,001,THS$
	Pollen	30	4,29	2,37			
<i>Lipotriches collaris</i>	Nectar	30	3,91	3,22	3	10	Nectar/nectar (<i>Apis mellifera adansonii</i> / <i>Lipotriches collaris</i>) : $t=5,06,ddl=58,P<0,001,THS$
<i>Halictus sp.</i>	Nectar	30	5,88	2,57	3	10	Nectar / nectar (<i>Apis mellifera adansonii</i> / <i>Lipotriches collaris</i>) : $t=-3,15,ddl=58,P<0,001,THS$ Nectar/nectar(<i>Lipotriches collaris</i> / <i>Halictus sp.</i>) : $t=-9,67,ddl=58,P<0,001,THS$

III.3.6.2. Écologie

III.3.6.2.1. Influence de la faune

Les ouvrières de *A. m. adansonii*, *L. collaris* et *Halictus sp.* sont perturbées dans leurs activités de butinage par d'autres ouvrières ou par d'autres Arthropodes qui sont soit des prédateurs soit des concurrents pour la recherche de pollen ou de nectar.

Ces perturbations avaient pour conséquence l'interruption de certaines visites. Ainsi, sur 86, 67 et 26 visites, 9 (9,55 %), 2 (2,98 %) et 0 (0 %) respectivement pour *A. m. adansonii*, *L. collaris* et *Halictus sp.* étaient interrompues par d'autres ouvrières d'Abeilles.

Pour obtenir leur charge maximale de pollen, les butineuses *A. m. adansonii* qui ont subi de telles perturbations sont obligées de visiter un plus grand nombre de fleurs et/ou de plantes lors du voyage de butinage correspondant. Chez les butineuses de pollen, ces perturbations provoquent des pertes de pollen transporté. Comme l'avaient remarqué Tchuenguem & Dounia (2014) et Kengni *et al.* (2015a) en champ de soja, la réaction d'éviter une fleur occupée par un autre insecte provoque aussi la perte d'une partie de pollen transporté par les ouvrières d'abeilles.

III.3.6.2.2. Influence de la flore avoisinante

Au cours de la période de floraison de *G. max* d'autres plantes situées à proximité du champ étaient visitées pour leur nectar ou leur pollen par *A. m. adansonii*, *L. collaris* et *Halictus* sp. Le tableau 6 indique quelques-unes de ces plantes et les produits floraux récoltés.

Tableau 6. Produits floraux récoltés par *Apis mellifera adansonii*, *Lipotriches collaris* et *Halictus* sp. sur quelques plantes avoisinant *Glycine max* en fleurs

Plantes	Produits floraux récoltés
<i>Jathropa gossipiifolia</i>	N, P
<i>Musasp.</i>	N
<i>Titonia diversifolia</i>	N, P
<i>Abelmoschus esculentus</i>	N, P
<i>Zea mays</i>	P

N : nectar ; P : pollen.

Pour *A. m. adansonii* sur 86 visites seulement 3 passages (3,48 %) de butineuses de *G. max* à une espèce végétale avoisinante et vice - versa étaient observés. Ces insectes sont donc fidèles aux fleurs de *G. max* lors des voyages de butinage. En effet d'après Philippe (1991), chaque matin après le lever du soleil, un groupe d'ouvrières repart butiner les fleurs sur les mêmes plantes que celles de la veille.

Pour *L. collaris* et *Halictus* sp. sur 67 et 26 visites étudiées sur les fleurs de *G max* aucun passage de ces insectes à une autre espèce végétale avoisinante n'était observé.

III.3.6.2.3. Influence de quelques facteurs climatiques

La température de l'air influence l'activité des butineuses (Figure 18) de *A. m. adansonii*, *L. collaris* et *Halictus* sp. sur les fleurs de *G. max*.

Nous avons trouvé une corrélation :

-positive mais non significative entre la température et le nombre de visites de *A. m. adansonii* ($r = 0,43$; $ddl = 4$; $P > 0,05$) ;

-positive mais non significative entre la température et le nombre de visites de *L. collaris* ($r = 0,37$; $ddl = 4$; $P > 0,05$) ;

-positive mais non significative entre la température et le nombre de visites de *Halictus* sp. ($r = 0,21$; $ddl = 4$; $P > 0,05$).

En ce qui concerne l'humidité relative de l'air, nos investigations sur *Gl. max* (Figure 18) ont révélé une corrélation :

-positive et significative entre l'hygrométrie et le nombre de visites de *A. m. adansonii* ($r = 0,52$; $ddl = 4$; $P < 0,05$) ;

-positive et non significative entre l'hygrométrie et le nombre de visites de *L. collaris* ($r = 0,45$; $ddl = 4$; $P > 0,05$) ;

-positive et non significative entre l'hygrométrie et le nombre de visites de *Halictus* sp. ($r = 0,38$; $ddl = 4$; $P > 0,05$).

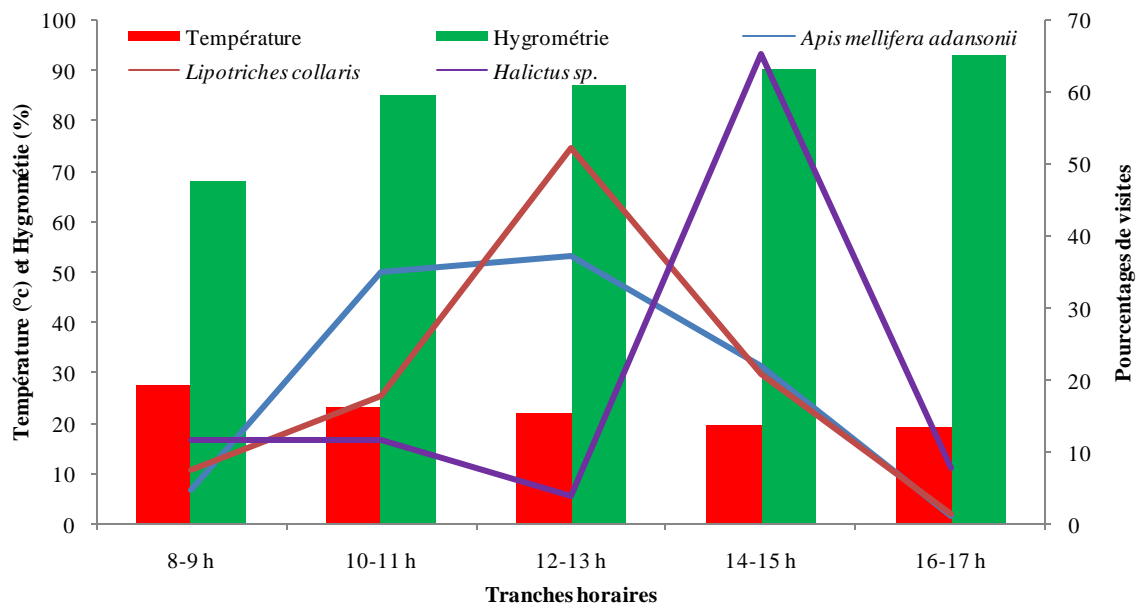


Figure 18. Variation de la température, l'humidité relative de l'air et le pourcentage de visites de *Apis mellifera adansonii*, *Lipotriches collaris* et *Halictus* sp. sur les fleurs de *Glycine max* selon les tranches horaires

III.4. Valeur apicole de *Glycine max*

Pendant la grande saison des pluies à Yaoundé, nous avons noté une activité élaborée des ouvrières de *A. m. adansonii* sur les fleurs de *G. max*. En particulier, il y avait une très bonne récolte du Nectar, une faible récolte du pollen et une fidélité des butineuses aux fleurs de *G. max*. Ces données mettent en évidence la grande attractivité du nectar et du pollen de cette Fabacée vis-à-vis de cette abeille. Elles permettent de placer *G.max* parmi les plantes apicoles fortement nectarifères et faiblement pollinifères. *Glycine max* peut donc être cultivé pour accroître la production du miel et du pollen dans la Région du Centre. La Fabacée peut également être préservée dans l'environnement des ruchers pour contribuer à l'alimentation et donc au maintien des colonies de *A. m. adansonii* pendant la saison pluvieuse.

III.5. Impact de *A. m. adansonii*, *Lipotriches collaris* et *Halictus sp.* sur la pollinisation de *Glycine max*

Pendant leur activité de butinage, les insectes étudiés étaient toujours en contact avec les anthères et le stigmate. Les butineuses transportent le pollen de fleur en fleur (à l'aide notamment des pièces buccales, des pattes et de leur fourrure) sur une même plante et sur des plantes différentes. Elles peuvent ainsi intervenir dans l'autopollinisation et la pollinisation croisée. En somme, *A. m. adansonii*, *L. collaris* et *Halictus sp.* augmentent les possibilités de pollinisation de *G. max*.

III.5.1. Impact des insectes floricoles sur la pollinisation de *Glycine max*

III.5.1.1. Taux de fructification

Le taux de fructification a été de 52,98 % dans le traitement 1 et de 39,10 % dans le traitement 2 (Figure 19). La différence entre ces pourcentages est très hautement significative ($X^2 = 333,05$; $P < 0,001$) (Tableau 7).

Le pourcentage du taux de fructification dû aux insectes floricoles est :

$$P_i = \left\{ \left[\frac{(52,98 - 39,10)}{52,98} \right] \times 100 \right\} = 26,20 \%$$

Tableau 7. Taux de fructification dans les traitements 1 et 2 de *Glycine max*

Traitements	Nombre de fleurs	Nombre de fruits	Taux de fructification (%)
1	8695	4606	52,98
2	8503	3325	39,10



Figure 19. Plantes portant les gousses issues des différents traitements de *Glycine max*(photographie, kakbé)

A : Plante issu du traitement en libre pollinisation ; C : Plante issu du traitement isolé des insectes

III.5.1.2. Pourcentage des graines par gousse

Le nombre moyen des graines par gousse a été de 2,97 ($n = 30, s = 0,86$) dans le traitement 1 et de 2,12 ($n = 30, s = 1,01$) dans le traitement 2 (Figure 20 ; Tableau 8).

La différence entre ces deux moyennes est très hautement significative ($t = 13,36; ddl = 58 ; P < 0,001$).

Le pourcentage de nombre de graines par gousse dû aux insectes floricoles est :

$$Pg/g = \{[(2,97 - 2,12) / 2,97] \times 100\} = 28,61 \%$$

Tableau 8. Nombre des graines par gousse dans les traitements 1 et 2 de *Glycine max*

Traitements	Nombre gousses	Graines/gousse	
		<i>m</i>	<i>S</i>
1	30	2,97	0,86
2	30	2,12	1,01



Figure 20. Gousses issues des différents traitements de *Glycine max* (photographie, kakbé)
 A : Gousses issues de traitement en libre pollinisation ; B : Gousses issues de traitement isolé des insectes

III.5.1.3. Masse de graines

La masse moyenne de graines a été de 5,81g ($n = 30, s = 1,27$) dans le traitement 1 et de 4,98g ($n = 30, s = 0,77$) dans le traitement 2 (Tableau 9). La différence entre ces moyennes est très hautement significative ($t = 11,65 ; ddl = 58 ; P < 0,001$).

Le pourcentage d'augmentation de la masse d'une graine dû aux insectes floricoles est :

$$P_{m/g} = \left\{ \left[\frac{5,81 - 4,98}{5,81} \right] \times 100 \right\} = 14,28 \%$$

Tableau 9. Masse moyenne de graine dans les différents traitements 1 et 2 de *Glycine max*

Traitements	Nombre de graines	Masse de la graine	
		<i>M</i>	<i>s</i>
1	30	5,81	1,27
2	30	4,98	0,77

III.5.1.4. Dimensions de graines

III.5.1.4.1. Longueur équatoriale

La longueur équatoriale moyenne de graines a été de 0,61cm ($n = 46, s = 0,02$) dans le traitement 1 et de 0,56cm ($n = 46, s = 0,03$) dans le traitement 2 (Tableau 10). La différence entre ces moyennes est très hautement significative ($t = 44,61 ; ddl = 90 ; P < 0,001$).

Le pourcentage d'augmentation de la longueur équatoriale d'une graine dû aux insectes floricoles est :

$$P_{l\acute{e}/g} = \{[(0,61 - 0,56) / 0,61] \times 100\} = 8,19 \%$$

Tableau 10. Longueur équatoriale de graine dans les différents traitements 1 et 2 de *Glycine max*

Traitements	Nombre de graines	Longueur équatoriale de la graine	
		<i>M</i>	<i>s</i>
1	46	0,61	0,02
2	46	0,56	0,03

III.5.1.4.2. Longueur polaire

La longueur polaire moyenne de graines a été de 0,75cm ($n = 46, s = 0,05$) dans le traitement 1 et de 0,70cm ($n = 46, s = 0,07$) dans le traitement 2 (Tableau 11). La différence entre ces moyennes est très hautement significative ($t = 18,69 ; ddl = 90 ; P < 0,001$).

Le pourcentage d'augmentation de la longueur polaire d'une graine dû aux insectes floricoles est :

$$P_{lp/g} = \{[(0,75 - 0,70) / 0,75] \times 100\} = 6,66 \%$$

Tableau 11. Longueur polaire de graine dans les différents traitements 1 et 2 de *Glycine max*

Traitements	Nombre de graines	Longueur équatoriale de la graine	
		<i>M</i>	<i>s</i>
1	46	0,75	0,05
2	46	0,70	0,07

III.5.1.5. Graines normales

Le pourcentage de graines normales a été de 88,18 % dans le traitement 1 et de 83,50 % dans le traitement 2 (Figure 21). La différence entre ces pourcentages est très hautement significative ($X^2= 100,06$; $P<0,001$)(Tableau 12).

Le pourcentage du taux de fructification dû aux insectes floricoles est :

$$P_{gn} = \{[(88,18 - 83,50) / 88,18] \times 100\} = 5,30 \%$$

Tableau 12. Taux de fructification dans les traitements 1 et 2 de *Glycine max*

Traitements	Total de graines	Graines normales	Pourcentage (%)
1	13679	12063	88,18
2	7049	5886	83,50



5mm | A : Graines normales

B : Graines abortives

Figure 21. Graine de *Glycine max* (photographie, kakbé)

III.6. Mode d'action des Abeilles

Pendant leur activité de butinage sur les fleurs de *G. max*, nous avons noté que les Abeilles augmentent les possibilités de pollinisation de cette Fabacée. Par ailleurs, nous avons trouvé que pour cette essence, la fructification dépend de la pollinisation. Ainsi, l'augmentation significative de 26,20 % du taux de fructification, l'accroissement significatif de 28,61 % du pourcentage des graines par gousse, le regain de 14,28 % du pourcentage de masse de la graine, une recrudescence de 8,19% et 6,66 % du pourcentage de longueur équatoriale et polaire respectivement, un progrès de 5,30 % de pourcentage de graines normales due à *A. m. adansonii*, *L. collaris* et *Halictus* sp. sont les conséquences de l'activité de ces Abeilles sur la pollinisation de *G. max*.

Les travaux d'autres chercheurs sur d'autres Fabacées ont également montré que les Abeilles interviennent positivement dans les rendements via leur activité pollinisatrice : *Cajanus cajan* (Mazi et al.2014, Pando et al.2011a), *Glycine max*, (Milfont et al.2013, Tchuenguem & Dounia 2014, Kengni et al.2015), *Phaseolus coccineus* (Pando et al.2011b), *Phaseolus vulgaris* (Douka & Tchuenguem 2013, Tchuenguem et al.2014), *Vigna unguiculata* (Pando et al.2013, 2014).

**CHAPITRE IV :
INTÉRÊT DIDACTIQUE**

La didactique et la pédagogie sont deux disciplines essentielles et constitutives de l'éducation.

La didactique est une science de l'éducation qui a pour but l'étude des processus de l'enseignement et de l'apprentissage et de celle de l'élaboration rationnelle des programmes scolaires des enseignements à dispenser.

La didactique d'une discipline étudie les différents processus de transmission des savoirs relatifs à la discipline considérée et leur acquisition par les élèves.

La pédagogie est une théorie de l'enseignement, qui s'interroge sur les conditions de réception du savoir, sur le contenu et son évaluation, sur le rôle de l'éducateur et de l'élève dans le processus éducatif et plus globalement sur les finalités de l'apprentissage, indissociable d'une norme sociale et culturelle.

En ce qui concerne les Sciences de la Vie et de la Terre (S.V.T), le contenu des programmes élaborés par le Ministère des Enseignements Secondaires évolue vers une structure intégrée favorable à une orientation explicative, expérimentale des enseignements et surtout vers une Approche Par Compétence (A.P.C). Cet enseignement de S.V.T jadis consacré à l'acquisition de connaissances très souvent décontextualisées, s'est substitué un enseignement soucieux d'outiller les apprenants afin qu'ils puissent faire face à des situations de vie réelle, complexes et diversifiées

Grâce à la méthode DIPHTERIC (données initiales, problème scientifique, hypothèse, test d'hypothèse, expérimentation, résultats, interprétation, conclusion), nous pourrons grâce aux travaux réalisés dans notre mémoire, dispenser la séance 2 de la deuxième séquence du Module Ide la classe de 6^{ème} portant sur: « Le Monde Vivant : la multiplication sexuée des plantes à fleurs ». Pour le faire nous réalisons une fiche pédagogique de préparation d'une séance d'enseignement/apprentissage selon l'A.P.C. L'importance de ce module réside dans le fait que, l'apprenant vit en permanence dans un environnement plus ou moins hostile, et doit de ce fait le connaître, afin de tirer ce dont il a besoin pour sa survie sans rompre les équilibres ni créer des pénuries.

**FICHE PÉDAGOGIQUE DE PRÉPARATION D'UNE SÉANCE
D'ENSEIGNEMENT/APPRENTISSAGE SELON L'APC.**

ÉTABLISSEMENT :	LYCÉE ET COLLÈGE DU CAMEROUN	Nom et Prénom : KAKBE Justin Matricule : 06Y110	
MODULE I :	Le monde vivant	NIVEAU : 5	
FAMILLE DE SITUATIONS :	Couverture des besoins de l'homme en ressources animales et végétales	Date :	
EXEMPLE DE SITUATION :	Insuffisance des ressources comestibles	Classe :	6 ^e
PALIER DE COMPÉTENCE	Pratiquer l'agriculture	Effectif :	G : F :
CATÉGORIE D' ACTIONS :	Amélioration de la production animale et végétale	Durée :	55minutes
SÉQUENCE D'ENSEIGNEMENT/APPRENTISSAGE N°2	Nécessité de la reproduction	Période :	
TITRE DE LA SÉANCE D'ENSEIGNEMENT/APPRENTISSAGE N°2	Multiplication sexuée chez les plantes à fleurs		
OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES OPERATIONNELS :	Pratiquer l'agriculture à fort rendement à partir des ressources mobilisées.		

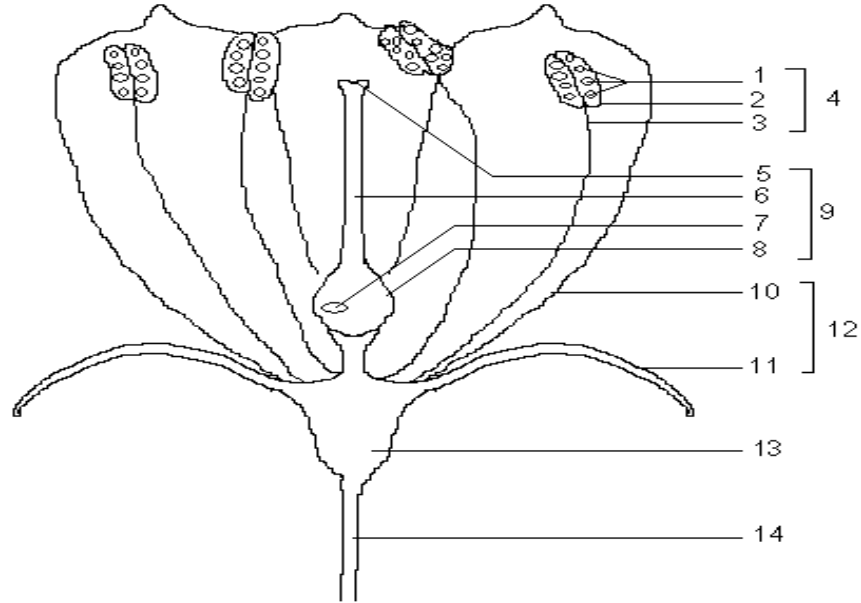
É T A P E S	ACTIONS A MENER	OPOI	CONTENUS SPÉCIFIQUES AUX OPOI	MATÉRIEL	ACTIVITÉS		ÉVALUATION	DURÉE
					ENSEIGNANT	EL ÈVES		
I N T R O D U C T I O N	Pratiquer l'agriculture re	1-Établir le contrat didactique professeur- élève	O P O : pratiquer l'agriculture à fort rendement à partir des ressources mobilisées	-Programme officiel -Projet pédagogique -manuel scolaire	-Écrit la date et le titre au tableau -communique l'objectif pédagogique opérationnel.	-Prennent des notes		10mn
		2-Vérifier les pré requis	-Les types de plantes : plantes à fleurs et plantes sans fleurs; -les différents modes de reproduction des plantes à fleurs : reproduction sexuée et reproduction asexuée ou végétative.	-Cours et apprentissage s antérieurs; -vécu quotidien	-pose des questions : -apprécie les réponses des élèves. -remédie	- répondent.	-Citer les différents types de plantes et leurs différents modes de reproduction.	
		3- Déterminer l'intérêt de la séance	Amélioration des rendements agricoles	Vécu quotidien	Quel est l'intérêt de cette séance pour nous?	-répondent.		

		4-Identifier et formuler le problème scientifique	Comment lutter contre l'insuffisance des ressources comestibles?	Situation de vie : les populations de KAT frappées par la famine, souhaitent l'appui d'un technicien d'agriculture.	-présente la situation de vie -quel fléau mine ce village? -quel problème doit résoudre le technicien?	-identifient et formulent le problème scientifique		
D É V E L O P P E M E N T	Pratiquer l'agriculture	Identifier les différents organes reproducteurs d'une plante à fleurs.	1-Organes mâles et femelles d'une plante à fleurs. La coupe d'une fleur montre : - 5 pièces vertes : ce sont les sépales dont l'ensemble forme le calice ; - 5 pétales dont l'ensemble forme la corolle ; Les sépales et les pétales sont les pièces florales stériles. -5 pièces effilées aux extrémités renflées : ce sont les étamines. Une étamine contient des grains de pollen à l'intérieur des quels se trouvent les gamètes mâles appelés anthérozoïdes. On dit que l'étamine est l'organe reproducteur male. -Une pièce centrale a base élargie : c'est le pistil ou le gynécée. Un pistil contient l'ovaire à l'intérieur duquel se trouve le gamète femelle appelé oosphère. On dit que le gynécée est l'organe reproducteur femelle.	-des échantillons de fleurs; -programme officiel. -manuel s scolaires.	-guide la dissection de la fleur la description des parties. -nommer et décrire les différentes parties d'une fleur; -regrouper les en organes stériles et reproducteurs	-dissèquent la fleur, nomment et décrivent les différentes parties.	Citer et décrire les organes reproducteurs mâles et femelles d'une fleur.	35mn

		Décrire les différentes étapes du passage d'une fleur à la graine et au fruit.	<p>2-Comment passer de la fleur au fruit et à la graine? Ce passage débute par la pollinisation puis la fécondation et en fin la fructification.</p> <p>a) Pollinisation : le transport des grains de pollen des étamines sur le pistil. Elle est assurée par le vent, l'eau, les insectes et les mammifères.</p> <p>b) Fécondation : fusion du gamète mâle et du gamète femelle.</p> <p>c)Fructification : les ovules fécondés grossissent pour donner les graines, l'ovaire se développe pour devenir le fruit tandis que les pièces stériles régressent et disparaissent.</p>	<p>-programme officiel.</p> <p>-manuel s scolaires.</p> <p>-planche</p>	<p>-exploite la planche :</p> <p>-annoter la coupe transversale d'une fleur;</p> <p>-quels sont les agents transporteurs des grains de pollen des étamines aux stigmates ?</p> <p>-quelle est l'origine de la graine et du fruit?</p>	<p>-répondent et posent des questions</p>	Décrire dans l'ordre chronologique les étapes du passage de la fleur à la graine et au fruit.	
CONCLUSION	La production des plantes à fleurs dépend d'abord de la pollinisation, de la fécondation du nombre de fruits formés et du nombre de graines par fruit récolté à maturité. On note ainsi l'importance des agents pollinisateurs dans l'amélioration des rendements agricoles.						Comment les agents pollinisateurs influencent-ils les rendements agricoles?	10mn

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- Majors en sciences et Technologies 6^e/1^{ère} année. Pages 34-38.
- Dictionnaire des SVT, Michel Breuil, Nouvelle. Édition Nathan.



Document a : Coupe verticale d'une fleur complète d'Angiosperme.

Légende : 1- grains de pollen ; 2- anthère ; 3- filet ; 4- étamine ; 5- stigmate ; 6- style ; 7- ovule ; 8- ovaire ; 9- pistil / carpelles ; 10- pétale ; 11- sépale ; 12- périanthe ; 13- réceptacle floral ; 14- pédoncule floral.



Document b : une abeille récoltant le nectar dans les fleurs de soja
(Photographie, kakbé)

CONCLUSION

Chez *G.max*, le régime de reproduction est mixte allogame-autogame, avec dominance de l'autogamie. Sur 10 espèces d'insectes recensées sur les fleurs de *G. max*, *A. m. adansonii* vient en première position (45,74 % de 188 visites) suivi de *L. collaris* (35,63 %) et *Halictus* sp. (13,82 %). *Apis mellifera adansonii*, *Lipotriches collaris* et *Halictus* sp. butinent les fleurs de cette plante toute la journée avec un pic entre 12 h et 13 h pour *A. m. adansonii* et *L. collaris* et 14 h et 15 h pour *Halictus* sp. Ces insectes récoltent intensément le nectar. Le nombre moyen d'ouvrières de *A. m. adansonii*, *L. collaris* et *Halictus* sp. simultanément en activité par 1000 fleurs est de $708 \pm 91,20$, $215 \pm 71,61$ et $113 \pm 33,80$ respectivement. La durée moyenne d'une visite par fleur pour la récolte de nectar est de $3,27 \text{ sec} \pm 12,36$ (*A. m. adansonii*), $4,12 \text{ sec} \pm 17,01$ (*L. collaris*) et $4,65 \text{ sec} \pm 5,88$ (*Halictus* sp.). Les ouvrières de *A. m. adansonii* sont fidèles aux fleurs de *G. max* lors des voyages de butinage. Nos résultats mettent en évidence le grand attachement de *A. m. adansonii* au nectar de *G. max*. Ils permettent de classer cette Fabacée parmi les plantes apicoles fortement nectarifères. *Glycine max* peut être cultivé pour augmenter la production du miel et stabiliser les colonies d'abeilles.

En comparant les rendements des fleurs libres à ceux des fleurs protégées des insectes, il apparaît que les insectes interviennent pour 26,20 % dans l'augmentation du taux de fructification, 28,61 % dans l'accroissement du pourcentage des graines par gousse, 14,28% dans le regain de masse de la graine, 8,19 % et 6,66% dans l'augmentation du diamètre équatoriale et polaire de la graine et 5,30 % dans l'accroissement du pourcentage de graines normales. Ces augmentations des rendements sont statistiquement significatives et se justifient par l'action positive des abeilles sur la pollinisation des fleurs de *G. max*.

En perspective, nous envisageons :

- mener d'autres investigations similaires sur d'autres plantes à Yaoundé ;
- approfondir l'étude de la pollinisation entomophile de *G. max* par la pose des colonies d'*A. m. adansonii* et les nids de *L. collaris* et *Halictus* sp. dans les plantations expérimentales ;
- étendre les travaux à d'autres plantes cultivées dans d'autres zones Agro-écologiques du Cameroun.

BIBLIOGRAPHIE

- Adamou M., Tchuenguem F. F. - N. (2014) Foraging and pollination behavior of *Apis mellifera adansonii* Latreille. (Hymenoptera: Apidae) on *Brachiaria brizantha* (Mochst. Ex A. Rich.) Stapf. 1919 flowers at Dang (Ngaoundéré - Cameroon). *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 4 (6) : 62 - 74.
- Alekel D. L., Peterson C. T., Germain S. A. (2000) Isoflavone - rich soy protein isolated attenuates bone loss in the lumbar spine of perimenopausal women. *American Journal of Clinical Nutrition*, 72 (3) : 844 - 52.
- Al Ghzawi, A.M., S.T. Zaitoun., I. Makadmeh A.R.M. Al Tawaha. (2003) The impact of wild bee on the pollination of eight okra genotypes under semi-arid Mediterranean conditions. *International Journal of Agriculture and Biology*, 5: 409 –411.
- Almeida - Soares S., Polatto L. P., Dutra J. C. S., Torezan - Silingardi H. M. (2010) Pollination of *Adenocalymma bracteatum* (Bignoniaceae) : floral biology and visitors. *Neotropical Entomology*, 39 (6): 941 - 948.
- Arbonnier M. (2000) *Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest*. CIRAD-MNHN-UICN, Montpellier, 541 p.
- Asiwe J. A. N. (2009) Insect mediated outcrossing and gene flow in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) : implication for seed production and provision of containment structures for genetically transformed cowpea. *African Journal of Biotechnology*, 8 (2) : 226 - 230.
- Azo'o E. M., Messi J., Tchuenguem F. F. - N., Tamesse J. L., Kekeunou S., Pando J. B. (2010) Foraging behaviour of *Apis mellifera adansonii* and its impact on pollination, fruit and seed yields of *Citrullus lanatus* at Nkolbisson (Yaoundé, Cameroon). *Cameroon Journal of Experimental Biology*, 6 (1) : 41 - 48.
- Azo'o E. M., Tchuenguem F. F. - N., Messi J. (2011) Influence of the foraging activity of the entomofauna on Okra (*Abelmoschus esculentus*) seed yield. *International Journal of Agriculture & Biology*, 13 (5) : 761 - 765.
- Azo'o E. M., Madi A., Tchuenguem F. F. - N., Messi J. (2012b) The importance of a single floral visit of *Eucara macrognatha* and *Tetralonia fraterna* (Hymenoptera : Apidae) in the pollination and the yields of *Abelmoschus esculentus* in Maroua, Cameroon. *African Journal of Agricultural Research*, 7 (18) : 2853 - 2857.

- Azo'o E. M.(2014) Diversité des insectes anthophiles et impact de leur activité sur les rendements de *Cucumeropsis mannii* Naud., *Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf. (Cucurbitaceae) et *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. (Malvaceae) au Cameroun. Thèse de Doctorat/Ph.D, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, 200 p.
- Bachelier G. (1959) Etude pédologique des sols de Yaoundé : concentration à l'étude de la pédogenèse des sols. *Agronomie tropicale*, 19 (3) : 279 - 365.
- Bakenga M., Bahati M., Bolagizi K. (2000) Inventaire des plantes mellifères de Bukavu et ses environs (Sud Kivu, Est de la République Démocratique du Congo). *Tropicultura*, 8 (2) : 89 - 93.
- Bolchi G., Galimbert P., Zuccoli G. (1984) Recherche sur le comportement d'*Apis mellifera* L. sur les cultures de framboisier (*Rubus idaeus* L.). *Les colloques de l'INRA*, 21 : 305 - 309.
- Bomb H.W., Brown W.L.(1979) The exploitation of floral nectar in *Eucalyptus incrassata* by honeyeaters and honey bees. *Ecologia*, 44 : 105 -111.
- Borror D. J., White R. E. (1991) *Les insectes de l'Amérique du Nord* (au nord du Mexique). Broquet (éd.), Laprairie, 408 p.
- Boyeldieu J. (1991) Produire des grains oléagineux et protéagineux. Ed. Tec et Doc/Lavoisier Col. Agriculture d'aujourd'hui. 115 - 152
- Brabant P.(1967) Les sols des forêts claires du Cameroun. Tome II, Cahier ORSTOM, Paris. *Series Pédologique*, 5 (2) : 195-269.
- Carolyn F., Washburn., Judith F. T. (2000) Reversion of flowering in *Glycine max* (Fabaceae). *American Journal of Botany*, 87 (10) : 1425 - 1438.
- Chacoff N. P., Aizen M. A. (2007) Pollination Requirements of Pigmented Grapefruit (*Citrus paradisi* Macf.) from Northwestern Argentina. *Crop Science*, 47 : 1143 - 1150.
- Champetier D.E., Ribes G.(1956) Carte géologique de reconnaissance à l'échelle de 1/500 000 avec notice explicative sur la feuille Yaoundé Est. Direct. mines et géol. Yaoundé, 35 p.
- Chandra, S., S.P. Bhatnagar(1975) Reproductive biology of *A. esculentus* L. Reproductive behaviour-floral morphology anthesis and pollination mechanism. *Acta Bot. India*, 3: 104–113.

- Dedej S., Delaplane K.S.(2003) Honey bee (Hymenoptera : Apidae) pollination of rabbiteye blueberry *Vaccinium ashei* var. 'Climax' is pollinator density-dependent. *Journal of Economic Entomology*, 96 : 1215-1220.
- Delaplane K. S., Mayer D. F. (2000)Crop pollination by bees. CABI Publishing, New York, 243 p.
- Delaphane K. S.,Dag A.,Danka R. G.,Freitas B.,Garibaldi L. A.,Goodwin R. M.,Hormaza J. I. (2013) Standard methods for pollination research with*Apis mellifera*,journal of *Apicultural Research*: 52(4) Doi 110.3896 IBRA.1.52.4.12.
- Delvare G.,Aberlenc N.P.(1989) Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale :Clé pour la reconnaissance des familles. CIRAD (éd) ; Mont pellier,297p
- Demarly Y. (1977)Généétique et amélioration des plantes. Masson, Paris, 577 p
- Desquesne P. H. (1996)Apiculture tropicale en Afrique de l'Ouest. *L'abeille de France*, 813 : 131 - 132.
- Djonwangwé D., Tchuenguem F. F. - N., Messi J., Brückner D. (2011a) Foraging and pollination activities of *Apis mellifera adansonii* Latreille (Apidae) on *Syzygium guineense* var. *guineense* (Myrtaceae) flowers at Ngaoundéré (Cameroon). *Journal of Animal and Plant Sciences*, 10 (3) : 1325 - 1333.
- Djonwangwé D., Tchuenguem F. F. - N., Messi J. (2011b)Foraging and pollination activities of *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera : Apidae) on *Ximenia americana* (Olacaceae) flowers at Ngaoundéré(Cameroon). *International Research Journal of Plant Science*, 2 (6) : 170 - 178.
- Djonwangwé D., Tchuenguem F. F. - N. Messi J., Brückner D. (2011c)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). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*,5 (4) : 1538 - 1551.
- Djonwangwé D. (2013)Activités de butinage et de pollinisation de *Apis melliferaadansonii* Latreille (Apidae, Apinae) sur les fleurs de trois plantes à Ngaoundéré (Cameroun). Thèse de Doctorat/PhD., Université de Yaoundé I, 207 p.

- Donadieu Y. (1983) Le pollen, Thérapeutique naturelle. 6^{ème} éd., Librairie Maloine S. A. (ed.), Paris, 97 p.
- Douka C., Tchuengem F. F. - N. (2013) Foraging and pollination behavior of *Apis mellifera adansonii* L. (Hymenoptera, Apidae) on *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae) flowers at Maroua (Cameroon). *International Journal of Plant Sciences*, 4(2) : 45 - 54.
- Douka C. (2015) Impact de *Apis mellifera adansonii*, *Lipotriches collaris* (Hymenoptera : Apoidea) et *Musca domestica* (Diptera : Muscidae) sur la pollinisation de *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae) et de *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) à Mayel - Ibbé (Maroua, Cameroun). Thèse de Doctorat/Ph.D., Université de Ngaoundéré, 159 p.
- Dounia ., Tchuengem F. F. - N.(2013) Foraging and pollination behavior of *Apis mellifera adansonii* L. (Hymenoptera, Apidae) on flowers of *Gossypium hirsutum* (Fabaceae) at Maroua (Cameroon). *International Journal of Plant Sciences*, 4(2) : 33 - 44.
- Dounia. (2015) Activités de butinage et de pollinisation de *Apis mellifera*, *Lipotriches collaris* et *Macronomia vulpina* (Hymenoptera : Apoidea) sur les fleurs de *Glycine max* (Fabaceae) et *Gossypium hirsutum* (Malvaceae) à Mayel-Ibbé (Maroua, Cameroun). Thèse de Doctorat/Ph.D., Université de Ngaoundéré, 161 p.
- Dumas C., Zandonella. (1984) Evolution des processus sexuels chez les végétaux et notion d'angiospermie. In : «*pollinisation et production végétales*». Ed. INRA, Paris, pp. 3 - 12.
- Eardley C. D., Kuhlmann M., Pauly A. (2010) *Les genres et sous-genres d'abeilles de l'Afrique subsaharienne*. ABC Taxa 9, 152 p.
- Faegri K., Pijl L. V. D. (1979) *The principle of pollination ecology*, 3rd revised ed., Pergamon Press, Oxford, 244 p.
- Fameni T. S., Tchuengem F. F. - N., Brückner D. (2012) Pollination efficiency of *Apis mellifera adansonii* (Hymenoptera : Apidae) on *Callistemon rigidus* (Myrtaceae) flowers at Dang (Ngaoundéré, Cameroun). *International Journal of Tropical Insect Science*, 32 (1) : 2 - 11.

- Fameni T. S. (2014) Efficacité pollinisatrice de quelques insectes sur deux plantes à Ngaoundéré (Adamaoua, Cameroun) : *Callistemon rigidus* R. Br. (Myrtaceae) et *Phaseolus coccineus* L. (Fabaceae). Thèse de Doctorat/Ph.D., Université de Ngaoundéré, 137 p.
- FAO. (2009b) Les pollinisateurs : Un élément négligé de la biodiversité, important pour l'alimentation et l'agriculture, Tunis, 14 p.
- Fehr W. R. (1980) Soybean. In : "Fehr WR, Hadley H (eds) Hybridization of crop plants". *American Society of Agronomy*, Madison, pp 589 - 599.
- Frankie G. W., Thorp R. W., Schindler M., Hernandez J., Ertter B., Rizzardi M. (2005) Ecological patterns of bees and their host ornamental flowers in two northern California cities. *Journal of the Kansas Entomology Society*, 78 : 227 - 246.
- Frisch K. Von. (1969) *Vie et mœurs des abeilles*. Ed. Albin Michel, Paris, 256 p.
- Gallais A., Bannerot H. (1992) *Amélioration des espèces végétales cultivées*. INRA, Paris. 768 p.
- Genaro J. A., Franz N. M. (2008) The bees of greater Puerto Rico (Hymenoptera : George R.A.T.(1989) *Vegetable seed production*. *Longman scientific and technical*, London and New York, 318 p.
- Grewal G. S., Singh G., Kandoria J. L. (1990) Insect pollinators of pigeon pea (*Cajanus cajan*) around Ludhiana. *Indian Journal of Agricultural Science*, 60 : 227 - 228.
- Guerriat H. (1996) *Etre performant en apiculture*. Guerriat (ed.), Daussois, 416 p.
- Guiscafre J., Nouvelot J.F. (1971) *Monographie hydrologique de la Sanaga (Cameroun) : Les facteurs conditionnels du régime*. 1^{ère} partie ORSTOM Paris, 113 p.
- Hoyle M., Cresswell J. E. (2009) Maximum feasible distance of windborne cross-pollination in *Brassica napus* : a 'mass budget' model. *Molecular Ecology*, 220 : 1090 - 1097.
- Ige O.E., Olotuah O.F., Akerele V. (2011) Floral biology and pollination ecology of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Modern Applied Science*, 5 (4) : 74-82.
- Ingram M., Buchmann S. L., Nabhan G. P. (2002) Our Forgotten Pollinators : Protecting the Birds and the Bees. In : Kimbrell A. (Ed.) *The fatal harvest reader : The*

- Tragedy of Industrial Agriculture*. Island Press, Washington, Covelo and London, pp. 191 - 198.
- Ivey C., Martinez P., Wyatt R. (2003) Variation in pollinator effectiveness in swamp milkweed, *Asclepias incarnate* (Apocynaceae). *American Journal of Botany*, 90 (2) : 214 - 225.
- 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.
- Jacob - Remacle A. (1990) Abeilles sauvages et pollinisation. Unité de Zoologie Générale et Appliquée de la Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique, 40 p.
- Jauker F., Wolters V. (2008) Hover flies are efficient pollinators of oilseed rape. *Oecologia*, 156 : 819 - 823.
- Jean - Prost P. (1987) *Apiculture: Connaître l'abeille - conduire le rucher*. 6^{ème} édition. Lavoisier (ed.), Paris, 579 p.
- Julier H. E., Roulston T. H. (2009) Wild bee abundance and pollination service in cultivated pumpkins : Farm management, behavior and landscape effects. *Journal of Economic Entomology*, 102 : 563 - 573.
- Kasina J. M., Mburu J., Kraemer M., Holim - Mueller K. (2009a) Economic benefit of crop pollination by bees : A case of kakamega small-holder farming in Western Kenya. *Journal of Economic Entomology*, 102 (2) : 467 - 473.
- Kasina M., Kraemer M., Martius C., Wittmann D. (2009b) Diversity and activity density of bees visiting crop flowers in Kakamega, Western Kenya. *Journal of Apicultural Research and Bee World*, 48 (2) : 134 - 139.
- Kendall D. A., Smith B. D. (1976) The pollinating efficiency of honey bee and Bumble bee visits to flowers of runner bean *Phaseolus coccineus*. *Journal of Applied Ecology*, 13 (3) : 749 - 752.
- Kengni B.S., Ngakou A., Tchuenguem F.F.-N. (2015a) Pollination and yield attributes of (cowpea) *Vigna unguiculata* L. Walp. (Fabaceae) as influenced by the foraging activity of *Xylocopa olivacea* Fabricius (Hymenoptera : Apidae) and inoculation

- with Rhizobium in Ngaoundere, Cameroon, *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 6(2) : 62-76
- Kengni B.S., Tchuenguem F.F.-N., Ngakou A. (2015b) Impact of the foraging activity of *Apis mellifera adansonii* (Hymenoptera: Apidae) and Bradurhizibium fertilizer on Pollination and yield components of *Glycine max* L.(Fabaceae) in the field. *International Journal of Biological Research*, 3(2) : 64-71
- Kingha T. M. B., Tchuenguem F. 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). *Journal of Agricultural Extension and Rural Development*, 4 : 330 - 339.
- Kingha T. M. B. (2014) Entomofaune floricole et son impact sur les rendements fruitiers et grainiers de *Arachis hypogaea* L. et *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae) à Dang (Ngaoundéré-Cameroun). Thèse de Doctorat/Ph.D., Université de Ngaoundéré, 139 p.
- Klein A. - M., Steffan - Dewenter I., Tschardt T. (2003) Pollination of *Coffea canephora* in relation to local and regional agroforestry management. *Journal of Applied Ecology*, 40 : 837 - 845.
- Klein E. K., Lavigne C., Picault H., Renard M., Gouyon P. (2006) Pollen dispersal of oilseed rape : Estimation of the dispersal function and effects of field dimension. *Journal of Applied Ecology*, 43 : 141 - 151.
- Klein A. M., Vaissière, B. E., Cane J. H., Steffan-Dewenter I., Cunningham S. A., Kremen C., Tschardt T. (2007) Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society, London (B)*, 274 : 303 - 313.
- Koltowski Z., 2004. Flowering biology, nectar secretion and insect foraging of runner bean (*Phaseolus coccineus* L.). *Journal of Apicultural Science*, 48 (2) : 53 - 60.
- Kumova U., Saglantimur T., Korkmaz A. (2001) Recherche on honey bee (*Apis mellifera*) foraging preferences among varieties of *Phacelia tonacetifolia* Benth. *Mellifera*, 1 (1) : 60 - 64.
- Lamartini C.A. (2000) Protection against breast cancer with genistein : a component of soy. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71(6) : 1705 - 7.

- Letouzey R. (1985) Notice de la carte phytogéographique du Cameroun au 1/500000. Inst. Carte Intern. Végétation, Toulouse et Institut National de la Recherche Agronomique, Yaoundé.
- Lobreau - Callen D., Coutin R. (1987) Ressources florales exploitées par quelques Apoïdes des zones cultivées en savane arborée sénégalaise durant la saison des pluies. *Agronomie*, 7 (4) : 231 - 246.
- Loïriche N. (1984) *Les abeilles, pharmaciennes ailées*. Edition Mir. Moscou, 3^{ème} éd., 240 p.
- Louveaux J. (1984) *Domestic bee and their relation with grown plants. «Pollination and plant production»*. Pesson P, Louveaux J, INRA, Paris, France, pp. 527 - 555.
- Maréchal R., Mascherpa J. M., Stainier F. (1978) Etude taxonomique d'un groupe d'espèces des genres *Phaseolus* et *Vigna* (Papilionaceae) sur la base de données morphologiques et polliniques, traitées pour l'analyse informatique. *Boissiera*, 28 : 361 - 383.
- Mazi S., Tchuenguem F. F. - N., Brückner D. (2013) Foraging and Pollination Behaviour of *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera : Apidae) on *Gossypium hirsutum* (Malvaceae) Flowers at Dang (Ngaoundéré, Cameroon). *Journal of Agricultural Science and Technology*, 3 : 267 - 280.
- Mazi S., Tchuenguem F. F. - N., Brückner D. (2014) Foraging and pollination behavior of *Chalicodoma rufipes* L. (Hymenoptera: Megachilidae) on *Cajanus cajan* L. Mill sp. (Fabaceae) flowers at Dang (Ngaoundéré, Cameroon). *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 4 (4) : 77 - 88.
- Mazi S. (2015) Foraging and pollination behaviour of *Apis mellifera adansonii* and *Chalicodoma rufipes* on *Cajanus cajan* (Fabaceae) and *Gossypium hirsutum* (Malvaceae) flowers at Dang (Ngaoundéré, Cameroon). Thèse de Doctorat/Ph.D., Université de Ngaoundéré, 209 p.
- Mc Gregor S. E. (1976) Insect pollination of cultivated crop plants. Agricultural Research Service. United States Department of Agriculture, *Agriculture Handbook*, Washington DC : 496, 411 p.
- Messi J., Tchuenguem F. F. - N. (1994) Relations *Dacryodes edulis* - Insectes à Yaoundé (Cameroun) : Diversité de l'entomofaune de la plante. In : Le safoutier (Actes du

- séminaire Régionale sur la valorisation du Safoutier, Douala, Octobre 1994), Kengue J. & Nya Ngatchou J. (éds), pp. 153 - 160.
- Messi J., Tchuengem F. F. - N. (1998) Activité d'*Apis mellifera* L. (Hymenoptera : Apidae) sur les inflorescences de *Zea mays* L. (Poaceae) et ses conséquences sur les rendements en grains à Yaoundé (Cameroun). *Annal de la Faculté de Sciences, Université de Yaoundé I. Séries Sciences Naturelles et Vie*, 36 (2) : 217 - 222.
- Messina M., Messina V, (2000) Soyfoods, soybean isoflavones, and bone health ; a brief overview. *Journal of Renal Nutrition*, 10 (2) : 63 - 8.
- Michael S. E. (1999) The taxonomy of recent and fossil honey bees (Hymenoptera : Apidae ; *Apis*). *Journal of Hymenoptera Research*, 8 (2) : 165 - 222.
- Michel N., Bierna M., Greuse M. J., Decot B., Cloes G., Rafamatamantsoa L. E. (1994) L'apiculture. *Echos du cota. Bulletin trimestriel d'information du COTA asbl*, n° 65 : 15 p.
- Michener C. D. (2007) *The bees of the world*. 2nd edition. The John Hopkins University Press. Baltimore and London. 953 p.
- Milfont M. O., Epifania E. M., Rocha, Afonso O. N., Lima, Freitas B. M. (2013) Higher soybean production using honeybee and wild pollinators, a sustainable alternative to pesticides and autopollination. *Environmental Chemistry Letters* Doi : 10.1007/S10311 – 013 – 0312 .8.
- MINADER, (2010) *Annuaire des Statistiques du Secteur Agricole, Campagnes 2007 & 2008*. Direction des Enquêtes et Statistiques AGRI - STAT CAMEROUN n° 16, 98 p.
- MINADER, (2012) *Annuaire des Statistiques du Secteur Agricole, Campagnes 2009 & 2010*. Direction des Enquêtes et Statistiques AGRI - STAT CAMEROUN n° 17, 123 p.
- Mooney E. H., McGraw J. B., (2007) Effects of self-pollination and outcrossing with cultivated plants in small natural populations of American ginseng, *Panax quinquefolius* (Araliaceae). *American Journal of Botany*, 94 (10) : 1677 - 1687.
- Morison N., Vaissière B. E., Martin F., Pécaut P., Cambon G. (2000a) Pollinisation de l'artichaut (*Cynara scolymus* L.) par l'abeille domestique (*Apis mellifera* L.) en production de semences hybrides sous abris grillagés. *Apidologie*, 31 : 115 - 128.

- Mutsaers M. (1991) Bees in their natural environment in south Western Nigeria. *The Nigerian Field*, 56 : 3 - 18.
- Nzenti J.P., Barbey P., Macaudiere J., Soba D.(1988)Origin and evolution of the late Precambrian high grade Yaoundé gneisses (Cameroon). *Precambrian Research*, 38 : 91-109.
- Onguene M. (1993)Différenciations pédologiques dans la région de Yaoundé (Cameroun) : Transformation d'un sol rouge ferrallitique en sol à horizon jaune et relation avec l'évolution du modelé. Thèse de Doctorat de l'Université de Paris VI, 254 p.
- Onim J. F. M., Pathak R. S., Van Eijnatten C. L. M. (1979)Influence of insect pollinators on the degree of outcrossing in pigeon pea in Kenya, Proceedings of IV International Symposium on Pollination 1978. *Maryland Agricultural Experiment Station*, Maryland USA, pp. 211 - 218.
- Otiobo .A .E. N., Tchuenguem F F-N., Djieto L C. (2015) Foraging and pollination behavior of *Apis mellifera adansonii* (Hymenoptera Apidae) on *Physalis micrantha* (Solanales Solanaceae) flowers atBambui (Nord West, Cameroon). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 3(6): 250-256
- Pando J. B.,TchuenguemF. F. - N., Tamesse J. L. (2011a)Foragingandpollinationbehaviorof*Xylocopacalens*(Hymenoptera :Apidae)on *Phaseoluscoccineus*L. (Fabaceae)flowersatYaoundé(Cameroon). *Journal of EntomologicalResearch*,41 :185 - 193.
- PandoJ. B.,TchuenguemF. F. - N.,Tamesse J. L. (2011b)Pollinationand yieldresponsesofpigeonpea(*Cajanus cajan*L.Millsp.) tothe foragingactivityof*Chalicodoma cinctacincta*(Hymenoptera : Megachilidae)inYaoundé(Cameroon).*Journal of Animal andPlantSciences*,11 (1) : 1346 - 1357.
- Pando J. B., Tchuenguem F. F. - N., Tamesse J. L. (2013)Activité de butinage et de pollinisation de *Xylocopa olivacea* Fabricius 1787 (Hymenoptera: Apidae) surles fleurs de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. 1843(Fabaceae) à Yaoundé - Cameroun.*Entomologie faunistique - Faunistic Entomology*, 66 : 47 - 59.

- Pando B. J., Tchuenguem F. F. - N., Djonwangwé D., Tamesse J. L. (2014) The importance of single floral visit of *Chalicodoma rufipes* L. (Hymenoptera : Megachilidae) in the pollination and yield of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. 1843 (Fabaceae) in Cameroon. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 4 (4) : 179 - 187.
- Pando B. J. (2013) Activité de butinage et de pollinisation de *Apis mellifera* *Chalicodoma cincta* et *Xylocopa olivacea* sur les fleurs de *Cajanus cajan*, *Phaseolus coccineus* et *Vigna unguiculata* à Yaoundé (Cameroun). Thèse de Doctorat/Ph.D., Université de Yaoundé I, 207 p.
- Pasteels J. J. (1965) Révision des Megachilidae (Hymenoptera : Apoidea) De L'Afrique Noire. Les Genres *Creightoniella*, *Chalicodoma* et *Megachile* (s. str.). Musée Royal de L'Afrique Centrale Tervuren, Belgique. *Annales Sciences Zoologiques*, 137 : 1 - 563.
- Paton D. C. (2000) Disruption of bird-plant pollination systems in southern Australia. *Conservation Biology*, 14 : 1232 - 1234.
- Pauly A., Breat Y., Tchibozo S., Aikpe C., Boeve J. L. (2009) Hymenoptera Apoidea et Braconidae de quelques forêts sacrées du Sud - Bénin. *Bulletin S.R.B.E. / K.B.V.E.*, 45 : 121 - 129.
- Pauly A. (1998) Hymenoptera Apoidea du Gabon. *Annales Sciences Zoologiques*, 282 : 1 - 121.
- Payette A. (2003) Abeilles indigènes : connaître et recruter plus de pollinisateurs. Journées Horticoles Régionales de St-Rémi. 7 p.
- Purewal, S.W., S.W. Rhandawa. (1957) Studies in *Hibiscus esculentus* (lady's finger) I. Chromosome and pollination studies. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 17: 129-136.
- Pesson P., Louveaux J. (1984) Pollinisation et production végétales. INRA, Paris, 663 p.
- Philippe J. M. (1991) La pollinisation par les abeilles : pose des colonies dans la culture en floraison en vue d'accroître les rendements des productions végétales. EDISUD la calade Aix - en - Provence. 179 p.

- Pierre J., Vaissière B. E, Vallée P., Renard M. (2010)Efficiency of airborne pollen released by honeybee foraging on pollination in oilseed rape : a wind insect - assisted pollination. *Apidologie*, 41 : 109 - 115.
- Raemaekers R. H. (2001)*Agriculture en Afrique Tropicale*. p. 860 - 882.
- Reddy L. J., Chandra S., Pooni H.,Bramel P. J. (2004)Rate of outcrossing in pigeon pea under intercropped conditions. *In : Assessing the Risk of Losses in Biodiversity in Traditional Cropping Systems : A Case Study of Pigeon pea in Andhra Pradesh*. ICRISAT, Bramel P.J. (ed.), Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India, pp. 133 – 141.
- Roth M. (1980)*Initiation à la morphologie, la systématique et la biologie des insectes*.ORSTOM, Paris, 213 p.
- Roubik D.W. (1995)*Pollination of cultivated plants in the tropics* (F.A.O. Agricultural services bulletin 118) Smithsonian Tropical research Institute Balboa, Panama, 188, 198 p.
- Roubik D. W. (2000) Pollination system stability in Tropical America. *Conservative Biology*, 14 : 1235 - 1236.
- Rust R. W., Vaissière B. E., Westrich P. (2003)Pollinator biodiversity and floral resource use in *Ecballium elaterium* (Cucurbitaceae), a Mediterranean endemic.*Apidologie*, 34 : 29 - 42.
- Santoir C., Bopda A.(1995) Atlas regional Sud –Cameroun-RSTOM. Paris, 53 p.
- Saxena K. B., Singh L.,Gupta M. D. (1990) Variation for natural out-crossing in pigeon pea. *Euphytica*, 46 : 143 - 148.
- Segeren P., Mulder V. Beetsma J., Sommeijer R. (1996)*Apiculture sous les tropiques*. Agrodok 32, 5^{ème} ed., Agromisa, Wageningen, 88 p.
- Singh L., Gupta S. C., Faris D. G. (1990) Pigeon pea : Breeding. *In : The pigeon pea* CAB International, Nene Y. L., Hall S. D. & Sheila V. K. (eds), Wallingford, Oxon, UK, pp. 375 - 399.
- Selvakumar P., Sinha N.S., Pandita V.K.(2006)Abundance and diurnal rhythm of honeybees visiting hybrid seed production plots of cauliflower (*Brassicaoleracea* var. *botrytis* L.). *Journalof apiculture research and Bee World* 45(2): 7 - 15.

- Srivastava, L.S., P.C. Sachan. (1973) Study on floral biology on okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench). *Allahabad Farmer*, 47: 63–65.
- Stephanic I., Stephanic E., Puskadija Z. (2000) Beekeeping in the Republic of Croitia. *Bee World*, 19 - 27.
- Suchel J.P. (1988) Les climats du Cameroun. Thèse Doctorat d'État Université de Bordeaux-France, pp. 797-1097.
- Tchindébé G., Tchuenguem F. F. - N. (2014) Foraging and pollination activity of *Apis mellifera adansonii* L. (Hymenoptera : Apidae) on flowers *Alium cepa* L. (Liliaceae) at Maroua, Cameroon. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 5 (2) : 139 - 153.
- Tchuenguem Fohouo F-N., Bétayéné Eyengue D., 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 F. F. - N., Messi J. (1998) Diversité des insectes floricoles de *Zea mays* L. (Poaceae) à Nkolbisson (Yaoundé-Cameroun). *Biosciences Proceedings*, 7 (1) : 173 - 177.
- Tchuenguem F. 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 F. F. - N., Messi J., Brückner D., Bouba B., Mbofung G., Hentchoya Hemo J.(2004) Foraging and pollination behaviour of the African honey bee (*Apismellifera adansonii*) on *Callistemon rigidus* flowers at Ngaoundéré (Cameroon). *Journal of the Cameroon Academy of Sciences*, 4 : 133 - 140.
- Tchuenguem F. 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). *Cameroon Journal of Experimental Biology*, 3 : 50 - 60.

- Tchuenguem F. F. - N., Djonwangwé D., Messi J., Brückner D. (2009a) Activité de butinage et de pollinisation d'*Apis mellifera adansonii* sur les fleurs de *Helianthus annuus* (Asteraceae) flowers à Ngaoundéré (Cameroun). *Cameroon Journal of Experimental Biology*, 5 : 1 - 9.
- Tchuenguem FFN., Dounia. (2014) Foraging and pollination behavior of *Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera: Apidae) on *Glycine max* L. (Fabaceae) flowers at Maroua. *Journal of Research in Biology* 4(1) : 1209-1219
- Tchuenguem F. F. - N. (2005) Activité de butinage et de pollinisation d'*Apis mellifera adansonii* Latreille (Hymenoptera : Apidae, Apinae) sur les fleurs de trois plantes à Ngaoundéré (Cameroun) : *Callistemon rigidus* (Myrtaceae), *Syzygium guineense* var. *macrocarpum* (Myrtaceae) et *Voacanga africana* (Apocynaceae). Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Yaoundé I, 103 p.
- Tien H. H., Hien T. M., Son M. T., Herridge D. (2002) Inoculation and N₂ fixation of soybean and mungbean in the Eastern region of South Vietnam. In "109^e proceedings (ACIAR) inoculants and nitrogen at legumes in Vietnam". Edited by D. Herridge. pp 29 - 36.
- Tuell J.K., Ascher J.S., Isaacs R. (2009) Wild Bees (Hymenoptera : Apoidea : Anthophila) of the Michigan Highbush Blueberry Agroecosystem. *Annals of the Entomological Society of America*, 102 (2) : 275-287.
- Tyburce B. (1996) Transformation des sucres par l'abeille, du nectar au miel. *L'Abeille de France*, 815 : 211 - 215.
- USDA. (2002) Oilseeds : World markets and trade. Foreign Agricultural Service. Circular series FOP 7 p.
- Vaissière B. E. (2002) Abeilles et pollinisation. *Le courrier de la nature*, 196 : 24 - 27.
- Vaissière B. E., Izard D. (1995) La pollinisation, un facteur à ne pas négliger. *Fruits et Légumes*, 57 - 60.
- Vaissières B., 2002. Abeille. *Le courrier de la nature*, 196 : 24 – 27.

- Valantin-Morison M., Vaissière B.E., Gary C., Robin P.(2006) Source sink balance affects reproductive development and fruit quality in cantaloup melon (*Cucumis melo* L.). *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 81 (1) : 110 - 117.
- Vaughton G., Ramsey M., Johnson S. D. (2010) Pollination and late-acting self-incompatibility in *Cyrtanthus breviflorus* (Amaryllidaceae) : implications for seed production. *Annals of Botany*, 106 : 547 - 555.
- Vaz G. V., De Olivera D., Ohashi O. S. (1998) Pollinator contribution to the production of cowpea on the Amazon. *Horticultural Science*, 33 : 1157 - 1159.
- Villières B. (1987)*L'apiculture en Afrique Tropicale*. Dossier «Le point sur» n° 11, GRET, Paris, 220 p.
- Westphal E., Embrechts J., Mbouemboue P. Mouzong-Boyomo., Westphak-Stevels J.M.C.(1981) L'agriculture autochtone au Cameroun. Miscellaneous papers 20 Landbouwhogeschool, Wageningen the Netherlands, 175 p.
- Westphal E., Embrechts J., Ferwerda J. D., Van Gils-Meeus H. A. E., Mutsaers H. J. W., Westphal-Stevels J. M. C. (1985)*Cultures vivrières tropicales*. 514 p.
- Williams I. H & Free J. B. (1975)The pollination and set of the early flowers of runner bean (*Phaseolus multiflorus* L.). *Journal of Horticultural Science*, 50 : 405 - 413.
- Williams I. H., Carreck N. L. (1994)Land use changes and honey bee forage plants. In : “*Forage for bees in an agricultura landscape*”. Matheson A. (ed.), IBRA, Cardiff, pp 7 - 20.
- Williams N. M., Minckley R. L., Silveira F. A. (2001) Variation in native bee faunas and its implications for detecting community changes. *Conservation Ecology*, 5 : 7 - 16.
- Woese C. R., Kandler O., Wheelis M. L. (1990) “Towards a Natural System of Organisms : Proposal for the domains Archaea, Bacteria and Eucarya”. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 87 : 4576 - 4579.
- Yocum G. D., Rinehart J. P., West M., Kemp W. P. (2010) Interrupted incubation and short - term storage of the Alfalfa pollinator *Megachile rotundata* (Hymenoptera : Megachilidae) : *A potential tool for synchronizing bees with bloom*, 103 (2) : 234 - 241.

Annexe 1 : Pourcentages des visites de *Apis mellifera adansonii*, *Lipotriches collaris* et *Halictus* sp. sur les fleurs de *Glycine max* selon les tranches horaires journalières.

Insectes	Pourcentages de visites				
	8-9h	10-11h	12-13h	14-15h	16-17h
<i>Apis mellifera adansonii</i>	4,65	34,88	37,21	22,09	01,16
<i>Lipotriches collaris</i>	07,46	17,91	52,24	20,90	01,49
<i>Halictus</i> sp.	11,54	11,54	03,85	65,38	07,69

Annexe 2 : Nombre de fleurs épanouies et nombre de visites de *Apis mellifera adansonii*, *Lipotriches collaris* et *Halictus* sp. sur les fleurs de *Glycine max* selon les jours d'observation

	Jours d'observations								
	27Jl	29Jl	31Jl	2Ao	4Ao	6Ao	8Ao	10A o	12A o
Fleurs épanouies	336	624	534	481	576	672	482	360	136
<i>Apis mellifera adansonii</i>	9	12	11	6	13	15	9	3	6
<i>Lipotriches collaris</i>	8	7	8	5	7	7	8	3	0
<i>Halictus</i> sp.	3	2	3	0	2	4	3	5	4

Annexe 3 : Variation de la température, de l'hygrométrie et le pourcentage de visites de *Apis mellifera adansonii*, *Lipotriches collaris* et *Halictus* sp. sur les fleurs de *Glycine max* selon les tranches horaires.

	Tranches horaires				
	8-9 h	10-11 h	12-13 h	14-15 h	16-17 h
<i>Apis mellifera adansonii</i>	4,65	34,88	37,21	22,09	1,16
<i>Lipotriches collaris</i>	7,46	17,91	52,24	20,9	1,49
<i>Halictus</i> sp.	11,54	11,54	3,85	65,38	7,69
Température	27,5	23,2	22	19,7	19,5
Hygrométrie	68	85	87	90	93