

Attractivité et performance de différents pièges utilisés pour la capture des Apoïdea à Kisangani, RD Congo

J.P.D. KASOMBOYI MWAMBA¹, B.N. POSHO¹, F.B. KOMBELE¹, R.R.-B. ALENDITIMA¹,
D.-D.A. UPOKI², N. VEREECKEN³

(Reçu le 04/05/2019; Accepté le 27/09/2019)

Résumé

Le but visé de cette étude est d'évaluer la performance des pièges utilisés sur l'attractivité et la capture des Apoïdea dans quelques systèmes culturaux du piment dans les sites d'essai. Pour y arriver, quelques pièges ont été installés (filet fauchoire et triplet de coupelles jaunes, blanches et bleues) à Kisangani et ses environs. Trois traitements ont été utilisés par site: T0: 0,5 ha du milieu non cultivé (le témoin), T1: 0,5 ha du piment, T2: 0,5 ha de l'association des cultures piment-maïs-manioc. Au regard des résultats obtenus, il ressort qu'à Kisangani et ses environs, ce sont les coupelles jaunes qui ont été plus attractives que les blanches et les bleues, en termes d'individus capturés.

Mots clés: Attractivité, performance, pièges, Apoïdea

Attractiveness and performance of different traps used for capturing Apoïdea in Kisangani, DR Congo

Abstract

The study aimed to evaluate used traps performance on attractiveness and capture of Apoïdea in some pepper cropping systems in studied area. Some traps were established (sweep net, triplet of yellow, white and blue cups) in Kisangani and surroundings. Three treatments were used per site: T0: 0.5 ha of area not yet cultivated (control), T1: 0.5 ha of pepper, T2: 0.5 ha of mixed pepper-maize-cassava. Results showed that in Kisangani and its surrounding area, the yellow cups were the most attracting traps compared to white and blue cups in term of number of trapped individuals.

Keywords: Attractiveness, performance, traps, Apoïdea

INTRODUCTION

Au niveau des écosystèmes naturels et de l'agro-cénose, les abeilles domestiques et sauvages revêtent un grand intérêt. En effet, il n'est plus à démontrer que les abeilles sont les meilleurs agents pollinisateurs (McGregor, 1976; Posho, 2015). Probablement, l'activité la plus importante des abeilles, en termes d'avantages pour l'homme, est la pollinisation de la végétation naturelle d'après Michener (2007). En plus, l'abeille mellifère (*Apis mellifera* L.) est reconnue à travers le monde comme étant un indice environnemental efficace. Les abeilles sont utilisées à l'échelle mondiale comme outils de biosurveillance afin d'évaluer les risques environnementaux de produits dangereux (Bromenshenk *et al.*, 1995).

C'est ainsi que le comportement de butinage des insectes peut être qualifié de positif lorsque l'insecte pénètre frontalement dans la fleur et y prélève du nectar ou du pollen et entre ainsi en contact avec le stigmate de la même fleur ou d'une autre fleur. Dans ce cas, les déplacements de l'insecte entre les fleurs et/ou entre les plants peuvent assurer l'allogamie (Carré *et al.*, 1994). À partir de cette pénétration frontale, l'insecte déclenche la colonne staminale et provoque ainsi la libération du pollen (Stoddard et Bond, 1987). Raison pour laquelle, chaque insecte est souvent spécialisé pour récolter le pollen d'une ou de quelques espèces végétales en particulier et ce pollen bénéficie souvent d'un transport bien ciblé jusqu'à une autre fleur de la même espèce. Au regard de tels comportements, les pollinisateurs sont donc qualifiés de monolectiques, d'oligolectiques ou de polylectiques (Pekkarinen, 1998).

Néanmoins, encore faut-il savoir si la nature de ces deux éléments ne les rend pas répulsifs pour une raison donnée (taille ou rugosité du pollen par exemple). Il en va de même pour le volume produit car la plante dont l'évaluation reste approximative et inféodée à la période d'étude (Pierre et Emiellat, 2009). Toutefois, une fleur produisant du nectar a une plus forte probabilité d'être attractive comme c'est le cas du piment dans les différents systèmes culturaux pour notre expérimentation.

Il existe plusieurs types de pièges utilisés pour capturer les abeilles dont les coupelles, le filet fauchoire, le piège à lumière... L'utilisation de triplet de coupelles blanche, jaune et bleue se justifie par la bonne performance qu'accuse cette méthode sur la forte sensibilité attractive sur les Hyménoptères et particulièrement les Apoïdea dans les écosystèmes tropicaux (Noyes, 1989; Kitching *et al.*, 2001). D'après cette méthode, les coupelles doivent respecter un diamètre de 10 à 20 cm et une profondeur de 7 à 15 cm (Potts *et al.*, 2005), car ces dimensions correspondent à une grande partie de bols en plastique et des récipients communément utilisés.

Selon Potts *et al.*, (2005), le principe de ces coupelles est que du point de vue de l'abeille (Apoïdea), chaque coupelle colorée remplie d'eau savonnée est perçue comme une grande fleur. Les Apoïdea (abeilles), s'en approchant, pensant pouvoir y récolter du pollen et/ou du nectar, s'y noient dès qu'elles entrent en contact avec la surface de l'eau savonnée. C'est donc l'addition de savon dans l'eau des coupelles qui permet de noyer les Apoïdea, car elle diminue sensiblement la tension de surface de l'eau. Pernal

¹ Institut Facultaire des sciences Agronomiques de Yangambi IFA-Ybi, RD Congo

² Université de Kisangani, RD Congo

³ Université Libre de Bruxelles, Belgique

et Currie (2000) ajoutent qu'à part l'odeur qui est le signal particulièrement bien appris par les abeilles (les pollinisateurs) plus rapidement que les couleurs par exemple est prépondérante sur tous les autres facteurs. En effet, elle peut de plus fournir une bonne information sur la quantité de pollen disponible à l'intérieur d'une fleur. Or, on sait que le comportement d'atterrissage sur la fleur est stimulé par la quantité de pollen disponible.

Signalons que quand on utilise un filet fauchoire, c'est le meilleur moyen pour capturer les Apoïdea (pollinisateurs), parce qu'il permet de les capturer sans pour autant causer de dommage et rend possible les observations sur le terrain (Eardley *et al.*, 2010).

La pollinisation est l'un des mécanismes les plus importants dans le maintien et la promotion de la diversité biologique et, en général, de la vie sur terre. En outre, un tiers des cultures nécessite une pollinisation pour améliorer la qualité des graines et des fruits et la grande majorité d'entre elle est pollinisée par de nombreuses abeilles estimées à 25.000 espèces (Dias *et al.*, 1999). C'est pourquoi nous nous sommes posé la question de savoir quel est le type de piège qui attire et capture beaucoup d'Apoïdea par rapport à d'autres habituellement utilisés dans la capture d'insectes et quelle est la couleur des coupelles la plus attractive des Apoïdea ?

Le fondement théorique de notre étude est que parmi les pièges utilisés et les différentes couleurs des coupelles (blanche, jaune et bleue) et étant donné que la coupelle colorée remplie d'eau savonnée est perçue comme une grande fleur par les Apoïdea, il y en aurait un (ou une) qui se comporterait mieux en attirant et en capturant beaucoup d'Apoïdea par rapport aux autres. L'objectif assigné à notre étude est d'évaluer la performance des pièges utilisés (filet fauchoire et triplet de coupelles en fonction de leurs couleurs) dans les différents systèmes culturels de nos deux sites à savoir l'IFA (centre-ville) et Mondoyo au PK 36 route Lubutu.

MILIEU, MATÉRIEL ET MÉTHODES

Sites d'étude

Notre essai a été réalisé à Kisangani (site de l'IFA) et à Mondoyo (PK 36 route Lubutu). En effet, la ville de Kisangani, chef-lieu de la Province de la Tshopo, se trouve dans la cuvette centrale et se situe à 369-400 m d'altitude; 0°31' de latitude Nord et 25°11' de longitude Est à la partie Nord-Est de la RDC. Les deux sites expérimentaux jouissent d'un climat humide et appartiennent au type Af de la classification de Köppen. La température moyenne diurne est en environ 30°C et celle de la nuit est de 20°C. L'humidité relative varie entre 80 à 90%. En moyenne, les précipitations annuelles sont de 1885 mm d'eau par an. Les pluies sont réparties en deux périodes pluvieuses: la petite, de Mars à Juin et la grande de Septembre à Novembre (van-Wambeke et Libens, 1957). La décomposition des grès et des schistes a engendré des sols argileux lourds à grande rétention en eau, tandis que les formations de recouvrement ont occasionné le développement des sols généralement sableux (Cahen, 1954; Verbeek, 1970). Notre expérimentation a débuté le 4 février 2011 pour finir le 23 septembre 2012.

Matériels

Afin de mener de façon aisée notre essai en ce qui concerne le piégeage des Apoïdea, nous avons utilisés:

Les matériels abiologiques

Les coupelles de couleur jaune (15 coupelles), blanche (15 coupelles) et bleue (15 coupelles), soit un total de 45 coupelles par traitement et le filet fauchoire qui ont servi comme pièges pour capturer les Apoïdea, l'alcool pour conserver et assouplir les Apoïdea avant de les étaler, les bocaux pour conserver les Apoïdea capturés, le savon en poudre, l'eau savonnée pour faciliter la capture des insectes avec les coupelles colorées, la passoire à thé pour filtrer le contenu de bocal et un papier absorbant, les aiguilles entomologiques pour stabiliser les insectes dans la boîte et les boîtes à insectes pour faire la collection des insectes (Apoïdea).

Les matériels biologiques

Comme matériels biologiques nous avons eu à manipuler les différentes espèces des Apoïdea. Il y a eu aussi les plants de piment, de maïs, de manioc et quelques adventices (témoin) où nous avons installé nos pièges pour capturer les insectes (Apoïdea).

Méthodes

L'installation des pièges et la récolte des Apoïdea pour chaque traitement

Pour arriver à atteindre l'objectif assigné par notre expérimentation, nous avons procédé, après la première floraison du piment, au piégeage des insectes par des coupelles (jaunes, bleues et blanches) et à la capture des insectes par un filet fauchoire.

Le Piégeage des Apoïdea avec coupelles colorées

Pour piéger les Apoïdea, nous avons placé 15 triplets de pièges (ou coupelles et leur contenu) dans chaque champ de 0,5 ha de piment à raison de trois coupelles par emplacement (coupelles jaune, bleue et blanche). Pour une superficie de 0,5 ha par traitement, nous avons eu au total 45 coupelles par traitement et 135 coupelles par site. Ces coupelles ont été placées à la même hauteur que les plants de piment (*Capsicum frutescens*) et fixées sur des baguettes pour T₁ (Culture pure) et T₂ (Cultures associées) alors que pour le milieu non cultivé (T₀) les coupelles ont été placées à la même hauteur que l'espèce végétale qui prédomine en terme de fréquence comme le *Panicum maximum*, d'après notre inventaire floristique. La fréquence de récolte des données sur la récolte des Apoïdea a été bihebdomadaire pendant 11 mois.

Cette technique de piégeage consiste à utiliser des coupelles en plastique colorées remplies d'eau avec le détergent, dans notre cas nous avons utilisé le savon en poudre. Ce dernier réduit la tension superficielle à la surface de l'eau et les insectes vont au fond de la coupelle. Les coupelles jaunes sont les plus communément utilisées, mais on peut utiliser aussi des coupelles blanches ou bleues réfléchissant les rayons ultra-violet. Le désavantage des bacs colorés est que les abeilles sont mouillées. Il faut les transférer dans l'alcool à 70% pour les conserver et les assouplir. Le piège par les coupelles colorées est monté

sur deux baguettes de bois comme support au début de la première floraison du piment jusqu'à la fin de son cycle végétatif. Ces coupelles sont remplies au 3/4 d'eau savonnée pour faciliter la capture et la réduction de la tension superficielle. Elles sont placées au même niveau des plants de piment pour qu'elles soient visibles et attractives des Apoïdea. En effet, ce type de piège est basé sur l'attraction visuelle. Chaque deux semaines, nous passons pour récupérer les Apoïdea capturés.

La Capture des Apoïdea par un filet fauchoire

A l'aide de ce filet, les différentes espèces des Apoïdea ont été capturées durant les périodes optimales d'activités des Apoïdea aux champs (8-15 heures). Ce filet est composé d'un manche et d'un cadre circulaire sur lequel est enfilé une poche en tissu de type moustiquaire. Le manche mesure environ un mètre de long; on peut trouver dans le commerce des filets avec un manche extensible permettant de récolter sur les fleurs des arbustes. Le cercle mesure environ 35 cm de diamètre. La poche est confectionnée en tissu de type moustiquaire ou voile à mailles fines pour ne pas laisser passer les plus petits spécimens et est suffisamment solide pour ne pas se déchirer lorsque l'on fauche la végétation.

Pour la collecte au filet, les individus récoltés sont directement placés dans les bocaux dûment étiquetés et contenant l'alcool dénaturé à 70 %, ce qui permet de conserver les échantillons jusqu'à leur comptage et leur identification.

Préparation des échantillons pour la collection

Au cours de cette opération, nous avons réalisé la préparation de nos échantillons d'Apoïdea sur un support en polystyrène pour étaler les pattes au lieu de les laisser pendre et risquer de les casser lors des manipulations. Nous avons suivi le protocole suivant: récupération du contenu de la coupelle dans la fiole sur la passoire à thé et sélection des Apoïdea par leur séparation des autres insectes; après sélection, premier séchage des spécimens en les plaçant et en les remuant sur du papier absorbant, tout en changeant le papier les échéant et stabilisation et épingleage des spécimens ainsi préparés; enfin, déploiement de différents membres de chaque spécimens. Dans notre investigation, les spécimens d'Apoïdea stockés dans l'alcool ont été préparés pour leur identification. Pour ce faire, tous les spécimens d'abeilles ont été épinglés. Néanmoins, le fait de les épingler directement après leur sortie de l'alcool provoque de nombreux effets indésirables comme l'altération de la brillance des poils, les changements de coloration et l'accumulation des débris sur le spécimen (Eardley, 2010).

Analyse des résultats

Pour nous décider sur les résultats obtenus, nous avons utilisé deux types d'indices dont l'indice de richesse spécifique et l'indice de diversité avec le logiciel R en les comparant 2 à 2 suivant les sites utilisés: comme indice de richesse, il y a Menhinick qui nous renseigne sur la richesse d'espèces (individus) en tenant compte de leur fréquence entre les habitats. Parmi les indices de diversité, nous avons utilisé l'Indice de Shannon qui nous renseigne sur la diversité biologique d'un habitat. Nous avons aussi utilisé le test T de Student et l'ANOVA.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Capture et attractivité à l'aide des coupelles colorées (blanches, bleues et jaunes)

Nombre d'individus

Les données relatives aux Apoïdea capturés par les différentes coupelles dans les deux sites sont présentées dans le tableau 1.

De l'examen des résultats du tableau 1, il ressort que l'attractivité et la performance de capture des coupelles utilisées (blanches, bleues et jaunes) ont varié en dents de scie suivant les traitements et en fonction des sites d'essai. Dans les deux sites expérimentés, les différentes coupelles utilisées ont beaucoup influencé l'attractivité et la capture de différentes espèces d'Apoïdea. Dans l'ensemble au cours de notre expérimentation ce sont les coupelles jaunes qui ont été plus attractives avec 16442 individus d'Apoïdea capturés. Dans le site de l'IFA il y a eu 8227 individus alors qu'au PK 36 nous avons assisté à une légère baisse du nombre d'individus capturés (8215). Les coupelles blanches sont moyennement attractives (11566 individus capturés) avec une tendance contraire à celle des coupelles jaunes où il y a eu une attractivité légèrement supérieure à Mondoyo (6322 individus) comparativement au site de l'IFA (5244 individus). Enfin, les coupelles bleues viennent en dernier lieu avec 11541 individus capturés dont 6538 au PK 36 tandis qu'au site de l'IFA il y a eu une baisse avec 5003 individus. Cette situation peut s'expliquer par le fait qu'en règle générale, la couleur jaune présente une meilleure attractivité pour les Hyménoptères (abeilles, guêpes et fourmis) et les Diptères (mouches), par contre la couleur blanche est attractive pour les mouches et les insectes polyphages, mais peut également repousser certains Hyménoptères. C'est dans cette optique qu'il a été développé la méthode des pièges à coupelles colorées pour des études sur l'apidofoane comme l'affirment Potts *et al.*, (2005). En comparant nos résultats avec ceux de

Tableau 1: Nombre d'espèces et individus d'Apoïdea capturés par type de coupelles et par traitements appliqués dans chaque site

Couleurs des coupelles	Traitements	Espèces	Nombre d'individus capturés
C_Blanches	T ₀ IFA	23	733
C_Blanches	T ₁ IFA	23	2054
C_Blanches	T ₂ IFA	23	2457
C_Bleues	T ₀ IFA	23	746
C_Bleues	T ₁ IFA	23	1957
C_Bleues	T ₂ IFA	23	2300
C_Jaunes	T ₀ IFA	23	952
C_Jaunes	T ₁ IFA	23	3462
C_Jaunes	T ₂ IFA	23	3813
C_Blanches	T ₀ PK36	23	886
C_Blanches	T ₁ PK36	23	2582
C_Blanches	T ₂ PK36	23	2854
C_Bleues	T ₀ PK36	23	896
C_Bleues	T ₁ PK36	23	2622
C_Bleues	T ₂ PK36	23	3020
C_Jaunes	T ₀ PK36	23	1103
C_Jaunes	T ₁ PK36	23	3522
C_Jaunes	T ₂ PK36	23	3590

nos prédécesseurs, nous avons remarqué que des études antérieures montrent que de nombreux insectes, parmi lesquels les Apoïdea, sont irrésistiblement attirés par certaines couleurs telles que les jaunes, les blanches et les bleues (Potts *et al.*, *ibid*). C'est pourquoi Nabors (2008) confirme que les pétales colorés attirent les pollinisateurs.

Quant aux différentes coupelles placées dans les deux sites expérimentés, nous avons constaté que les coupelles blanches ont aussi capturé beaucoup d'individus d'Apoïdea dans le site du PK 36 par rapport au site IFA. Au niveau de témoin du site du PK 36, les coupelles blanches du témoin ont été plus attractives avec 886 individus d'Apoïdea capturés, comparativement au témoin du site de l'IFA avec 733 individus. Les mêmes tendances ont été aussi observées pour les cultures pures et associées de deux sites. Cette situation peut s'expliquer par le fait que le site de l'IFA est en pleine ville avec moins d'espèces végétales (habitat des Apoïdea) par rapport au site du PK 36 à Mondoyo qui est un petit village de moins de 23 habitations (huttes et cases) entouré d'une jachère et d'une forêt secondaire (meilleur habitat des insectes et d'autres faunes). En effet, les mêmes tendances ont été encore observées pour les coupelles bleues du fait qu'elles ont été plus attractives au PK 36 comparativement au site de l'IFA. Mais au niveau de différents traitements, nous avons constaté que ces coupelles bleues ont capturé beaucoup d'individus pour T₂ suivi de T₁ et enfin T₀ dans les deux sites expérimentés (T₂ PK36 avec 3020 Apoïdea et T₂ IFA avec 2300 > T₁ PK 36 avec 2622 individus et T₁ IFA avec 1957 > T₀ PK 36 avec 896 et T₀ IFA avec 746). Contrairement aux coupelles blanches et bleues, nous avons constaté que les coupelles jaunes ont attiré et capturé beaucoup d'Apoïdea dans le site de l'IFA par rapport au site Mondoyo. Cette situation peut s'expliquer par le fait que l'espèce *A. mellifera* appelée communément abeille domestique étant un insecte social, a eu une fréquence plus élevée dans le site IFA (avec 2790 individus capturés au cours de notre expérimentation) alors qu'à Mondoyo il n'y a eu que 2507 individus capturés. Quant aux traitements, il ressort que, dans nos deux sites d'essai, les coupelles jaunes ont capturé beaucoup de pollinisateurs (Apoïdea)

pour les cultures associées suivies des cultures pures de *C. frutescens*, ensuite viennent les témoins. Les résultats obtenus se présentent ainsi suivant l'ordre décroissant: (T₂ IFA avec 3813 individus capturés et T₂ PK36 avec 3590 > T₁ PK 36 avec 3522 individus et T₁ IFA avec 3462 > T₀ PK 36 avec 1103 pollinisateurs et T₀ IFA avec 952).

Les mêmes tendances ont été observées par Abrahamczyk *et al.* (2010) en Bolivie qui ont collecté 1829 individus de l'ordre des Hyménoptères appartenant à 22 familles des non-formicidae et les coupelles jaunes ont capturé 864 individus (de 19 familles) dans la forêt secondaire, 418 individus (de 13 familles) dans la forêt primaire. Tandis que les coupelles bleues ont attiré 326 individus (11 familles) dans la forêt secondaire et 185 individus (8 familles) dans la forêt primaire. En comparant encore nos résultats à ceux obtenus par Posho (2015) qui a évalué les capacités pollinisatrices des abeilles domestiques sur la culture de melon africain en utilisant seulement les coupelles jaunes, nous avons constaté que ses résultats ont eu aussi les mêmes tendances pour les abeilles domestiques (*A. mellifera*). Ainsi, l'attractivité des plantes, notamment celles cultivées comme le piment, peut être évaluée selon différentes approches qui restent néanmoins approximatives et soumises à des variations selon le contexte environnemental. Parmi les facteurs qui ont influencé l'action de butiner chez les pollinisateurs pendant notre expérimentation, nous avons aussi remarqué que certains facteurs météorologiques imposent les fluctuations aux insectes butineurs (Apoïdea) qui en sont fortement dépendants, de même que les plantes (Comme le piment par exemple) qu'ils visitent pendant notre expérimentation et suivant les données climatiques au cours de notre essai. En effet, la luminosité nécessaire à une activité normale de butinage pour l'abeille est de 500 lux, mais en dessous, elle décroît et est interrompue à 10 lux comme l'a affirmé Pouvreau (2004).

Bien qu'il y ait des différences numériques en termes d'individus capturés par différentes coupelles, l'analyse de la variance montre qu'il n'y a pas de différences significatives entre les trois coupelles (blanches, bleues et jaunes) au cours de notre période expérimentale (Figure 2).

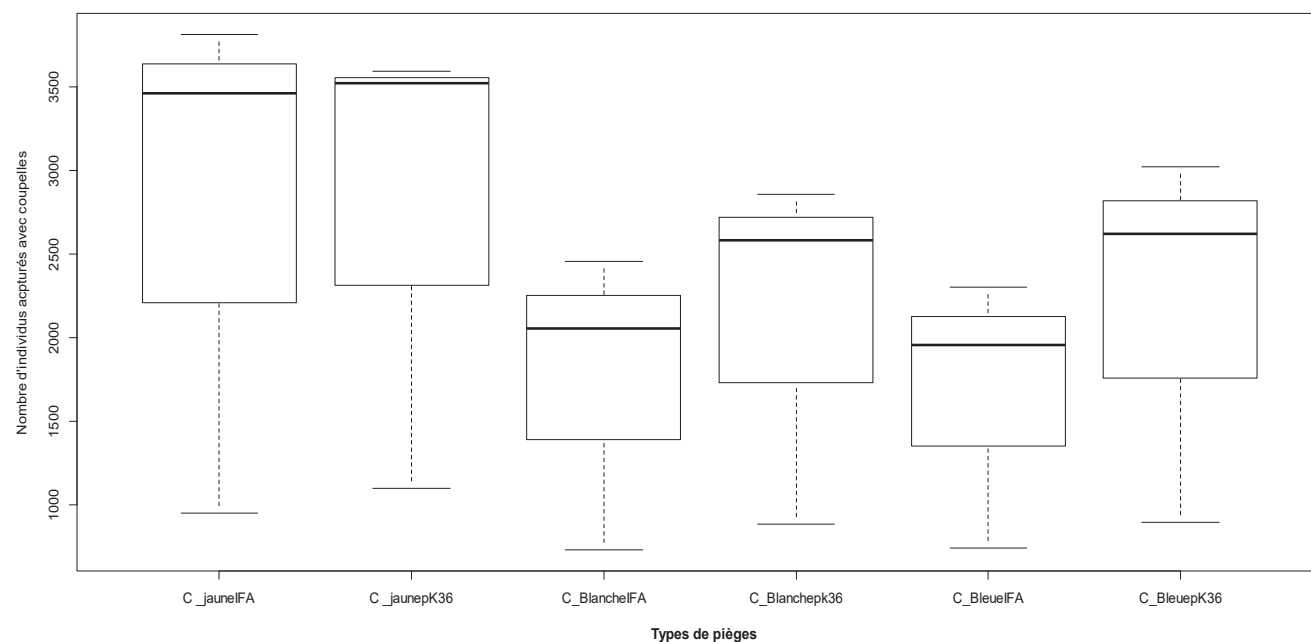


Figure 2: Résumé de l'ANOVA pour le nombre d'individus d'Apoïdea capturés par les différentes coupelles

Indices de diversité de Shanon-Weaver et de richesse de Menhinick

Les données relatives aux indices de Shanon-Weaver et de richesse de Menhinick sont consignées au tableau 2.

Il ressort de l'examen des résultats du tableau 2 relatifs aux indices de Shanon que la diversité des Apoïdea capturés a varié sensiblement suivant les différentes coupelles utilisées (blanches, bleues et jaunes) sous différents systèmes culturaux et en fonction des sites d'expérimentation. Également, la richesse en espèces en termes de fréquence a varié suivant les coupelles utilisées, les différents traitements et en fonction des sites d'essai.

Dans l'ensemble, le site IFA est plus diversifié par rapport au site Mondoyo (PK 36) parce que ses indices de Shanon sont plus élevés. L'efficacité des résultats sur l'indice de Shanon se présente comme suit en fonction de la diversité: pour le site de l'IFA, T_0 avec un indice de $3,059 > T_2$ (avec $2,997$) $> T_1$ (avec $2,973$). Pour la périphérie de la ville de

Kisangani, une tendance contraire a été observée, car la culture pure et l'association ont été plus diversifiées comparativement au témoin donc T_1 (avec $3,027$) $> T_2$ (avec $3,020$) $> T_0$ (avec $2,999$).

Nous avons aussi remarqué qu'il y a eu une grande richesse des individus capturés par les coupelles (blanches, bleues et jaunes) chez tous les témoins dans les deux sites d'essai, du fait que leurs indices de Menhinick approchent l'unité (T_0 IFA C. Blanche=0,8495; T_0 IFA C. bleue=0,8421; T_0 C. jaune=0,7454; T_0 PK 36 C. blanche=0,7727; T_0 PK 36 C. bleue=0,7684; T_0 PK 36 C. jaune=0,6925) comparativement aux individus piégés par les coupelles dans les cultures pures et les associations des cultures qui sont moins riches, car leurs indices n'approchent pas l'unité. La figure 3 résume le calcul de test T de Student pour l'indice de diversité de Shanon-Weaver.

Comme il y a des différences numériques, nous avons comparé les moyennes avec l'ANOVA pour l'indice de

Tableau 2: Résumé des données relatives aux indices de diversité de Shanon-Weaver et de richesse de Menhinick des traitements dans les deux sites d'essai

Types des pièges	Traitement	Espèces	Nombre d'individus capturés	Shannon_H	Menhinick
C_Blanches	T ₀ IFA	23	733	3,045	0,8495
C_Blanches	T ₁ IFA	23	2054	3,019	0,5075
C_Blanches	T ₂ IFA	23	2457	3,050	0,4640
C_Bleues	T ₀ IFA	23	746	3,064	0,8421
C_Bleues	T ₁ IFA	23	1957	3,019	0,5199
C_Bleues	T ₂ IFA	23	2300	3,059	0,4796
C_jaunes	T ₀ IFA	23	952	3,059	0,7454
C_Jaunes	T ₁ IFA	23	3462	2,890	0,3909
C_Jaunes	T ₂ IFA	23	3813	2,880	0,3725
C_Blanches	T ₀ PK36	23	886	2,991	0,7727
C_Blanches	T ₁ PK36	23	2582	3,058	0,4526
C_Blanches	T ₂ PK36	23	2854	3,035	0,4305
C_Bleues	T ₀ PK36	23	896	2,989	0,7684
C_Bleues	T ₁ PK36	23	2622	3,048	0,4492
C_Bleues	T ₂ PK36	23	3020	3,035	0,4185
C_Jaunes	T ₀ PK36	23	1103	3,015	0,6925
C_Jaunes	T ₁ PK36	23	3522	2,959	0,3876
C_Jaunes	T ₂ PK36	23	3590	2,984	0,3839

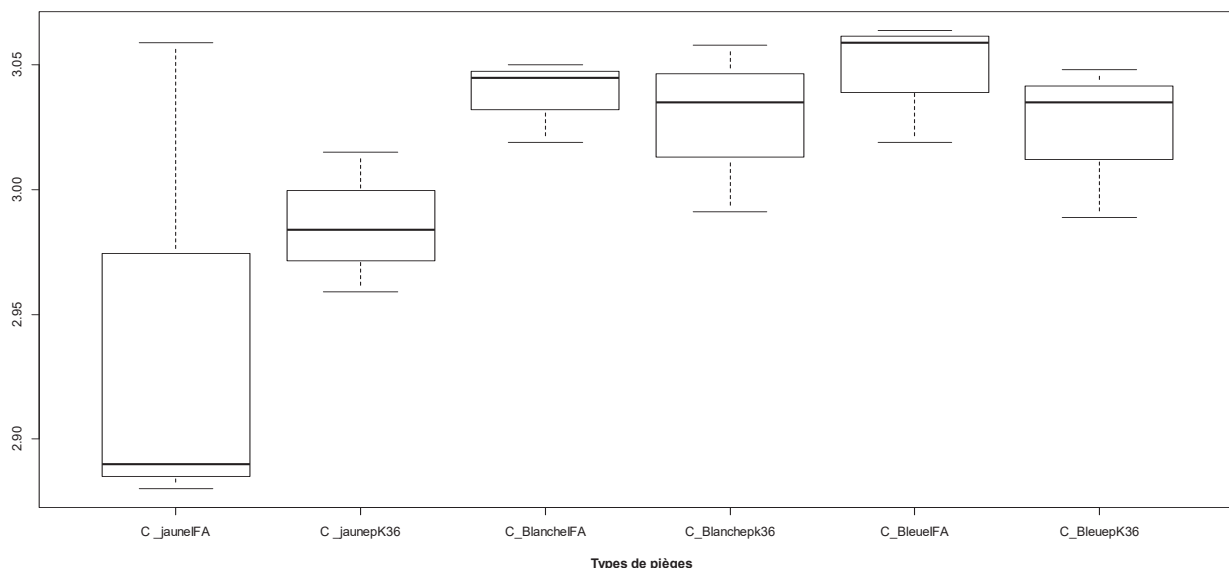


Figure 3: Résumé de l'ANOVA pour l'indice de diversité de Shanon-Weaver

diversité de Shanon dans nos deux sites d'essai et avons ainsi constaté qu'il n'existe pas de différences significatives pour les trois coupelles utilisées dans les sites expérimentaux au cours de notre essai. Les données relatives à l'ANOVA pour l'indice de Menhinick pour les Apoïdea capturés par les différentes coupelles sont illustrées dans la figure 4.

Bien qu'il ait des différences numériques pour les moyennes, nous avons comparé les moyennes avec l'ANOVA pour l'indice de Minhinick dans les deux sites expérimentaux et nous avons remarqué qu'il n'existe pas de différences significatives entre les coupelles utilisées (blanches, bleues et blanches).

Filet fauchoire

Après avoir tracé des transects, nous avons capturés les Apoïdea s'y trouvant entre 9 et 13 heures à l'aide d'un filet fauchoire (pendant les heures ensoleillées). En effet, l'utilisation complémentaire des captures par coupelles colorées et par filet fauchoire a montré son efficacité dans le cadre du programme de recherche de Westphal *et al.*, (2008).

Nombre d'individus capturés

Le tableau 4 présente les données relatives au nombre d'individus capturés au filet fauchoire dans nos sites d'expérimentation.

En examinant les données du tableau 4, nous avons remarqué que le filet fauchoire a capturé légèrement assez d'individus (avec 676) à Mondoyo par rapport au site de l'IFA (avec 672). Au sein des traitements nous avons constaté que les témoins des deux sites ont été moins attractifs (T_0 IFA avec 37 individus capturés et T_0 PK 36 avec 60 individus capturés) comparativement aux cultures pures et associées. Alors que T_1 IFA (351 individus) a beaucoup capturé les individus par rapport à T_1 PK 36

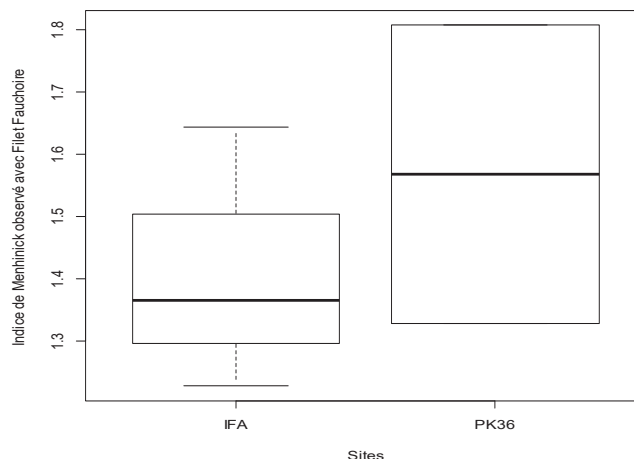


Figure 5: Résumé du test T de Student pour le nombre d'individus

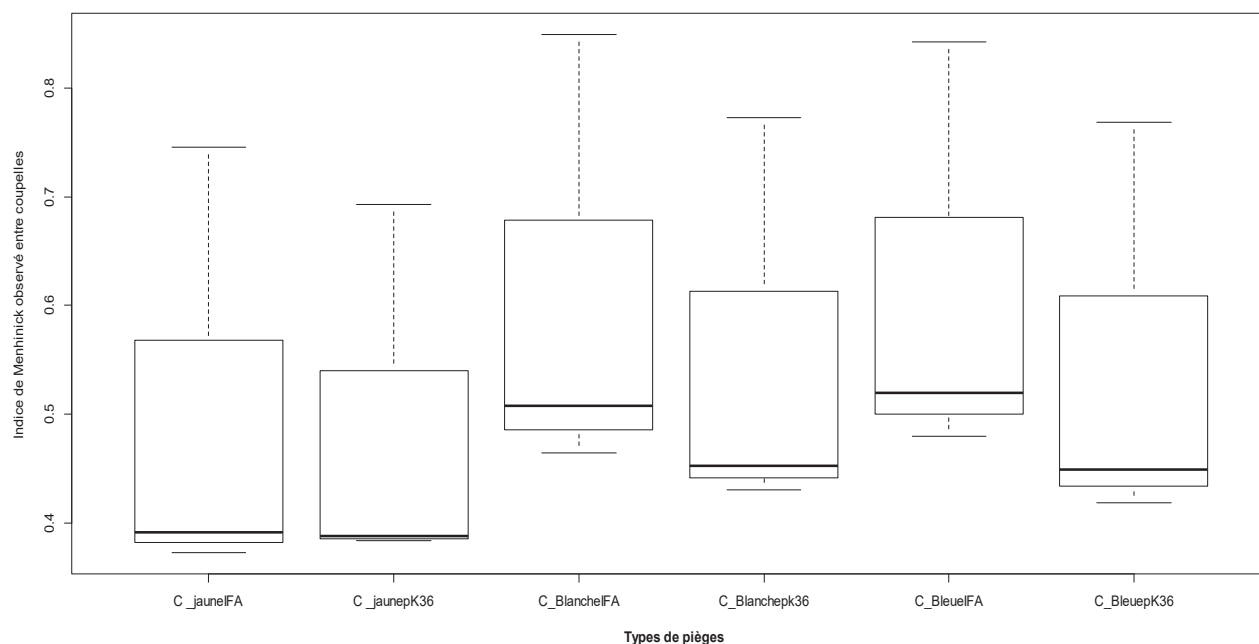


Figure 4: Résumé de l'ANOVA pour l'indice de Menhinick

Tableau 4: Nombre d'individus d'Apoïdea capturés au filet fauchoire

Paramètres Pièges	Traitements	Nombre d'espèces	Nombre d'individus capturés
Filet fauchoire	T_0 IFA	10	37
Filet fauchoire	T_1 IFA	23	351
Filet fauchoire	T_2 IFA	23	284
Filet fauchoire	T_0 PK36	14	60
Filet fauchoire	T_1 PK36	23	300
Filet fauchoire	T_2 PK36	23	316

(300 individus), tandis que T₂ IFA (avec 284 individus capturés) a été moins attractif par rapport à T₀ PK 36 (avec 316 individus capturés). Les données relatives du test T de Student pour le nombre capturé par le filet fauchoire sont illustrées par la figure 5.

Comme il y a différence numérique, nous avons comparé les deux moyennes avec le test T de Student pour le nombre d'individus capturés par le filet fauchoire dans nos deux sites d'essai et nous avons constaté qu'il n'existe pas de différences significatives.

Les indices de Menhinick et de Shanon-Weaver

Les données relatives aux indices de Menhinick et de Shanon sur les individus d'Apoïdea capturés par le filet fauchoire dans sites d'expérimentation sont consignées dans le tableau 5.

Au regard des résultats du tableau 5, nous avons remarqué que les indices de Menhinick et de Shanon des individus capturés par le filet fauchoire ont varié suivant les différents traitements utilisés et en fonction des sites d'expérimentation. Nous avons constaté que pour tous les traitements utilisés dans les deux sites, il y a eu une très grande richesse en individus capturés par le filet fauchoire puisque leurs indices de Menhinick sont supérieurs à l'unité. Mais l'efficacité des résultats des indices de Menhinick suivant l'ordre décroissant se présente comme suit: T₀ PK 36 (avec 1,807) > T₀ IFA (avec 1,644) > T₂ IFA (avec 1,365) > T₁ PK 36 (avec 1,328) > T₂ PK 36 (avec 1,294) > T₀ IFA (avec 1,228).

Dans l'ensemble, nous avons remarqué en comparant les deux sites que le site Mondoyo de PK 36 route Lubutu a été légèrement diversifié que le site de l'IFA du fait que les indices de Shanon de Mondoyo ont été plus élevés que ceux de centre ville (IFA). Au sein des traitements des deux sites expérimentés, il ressort que T₀ PK 36 est diversifié par rapport à T₀ IFA et les mêmes tendances ont été observées pour l'association des cultures et la culture pure. L'efficacité des résultats de l'indice de Shanon se présente comme suit en tenant compte de la diversité: T₂ (avec un indice de 2,901) > T₁ (2,832) > T₀ (2,037), tandis que pour l'hinterland de Kisangani la même tendance a été observée du fait que l'association des cultures a été aussi diversifiée (2,936) par rapport à la culture pure (2,892) enfin vient le T₀ avec un indice de 2,270. Les données relatives au résumé du calcul de test T de Student pour l'indice de Menhinick dans nos deux sites expérimentaux sont confinées dans la figure 6.

Même s'il y a des différences numériques, le test T de Student pour les indices de Menhinick dans nos deux sites d'expérimentation n'indique pas de différences significatives. La figure 7 résume le calcul de test T de Student pour l'indice de diversité de Shanon-Weaver.

Comme il y a de différence numérique, nous avons comparé les deux moyennes avec le test T de Student pour l'indice de diversité de Shanon pour les individus capturés par le filet fauchoire dans les sites d'expérimentation et nous avons remarqué qu'il n'existe pas de différence significative.

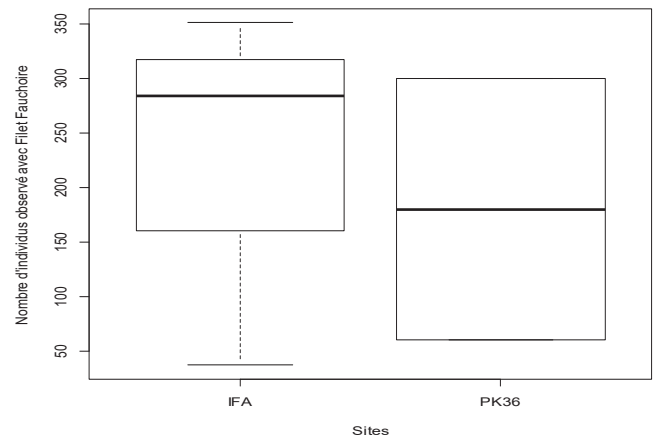


Figure 6: Résumé des tests T de Student pour l'indice de Menhinick

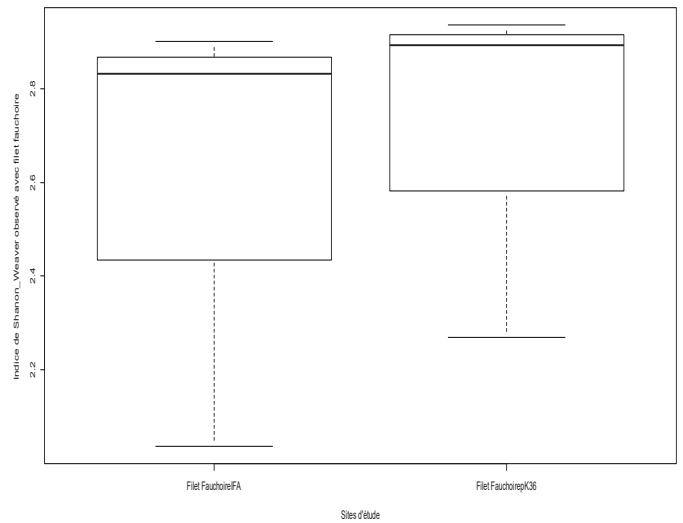


Figure 7: Résumé le calcul de test T de Student pour l'indice de Shanon

Tableau 5: Le résumé des données sur les indices de Menhinick et de Shanon dans les sites

Paramètres Pièges	Traitements	Nombre d'es-pèces	Nombre d'individus capturés	Menhinick	Shannon_H
Filet fauchoire	T ₀ IFA	10	37	1,644	2,037
Filet fauchoire	T ₁ IFA	23	351	1,228	2,832
Filet fauchoire	T ₂ IFA	23	284	1,365	2,901
Filet fauchoire	T ₀ PK36	14	60	1,807	2,270
Filet fauchoire	T ₁ PK36	23	300	1,328	2,892
Filet fauchoire	T ₂ PK36	23	316	1,294	2,936

CONCLUSION

Ce travail de recherche s'est fixé comme objectif d'évaluer la performance en termes d'attractivité des Apoïdea de différents pièges utilisés dans les différents systèmes culturaux dans les deux sites à Kisangani et son environ au PK 36. Au total, nous avons eu 3 traitements par site (T_1 : 0,5 ha du piment en culture pure, T_2 : 0,5 ha de l'association des cultures piment-maïs-manioc et T_0 : 0,5 ha du milieu non cultivé qui constitue le témoin). Au regard des résultats obtenus, nous avons constaté que, dans l'ensemble, ce sont les coupelles jaunes qui ont été plus attractives avec 16442 individus capturés (le site de l'IFA avec 8227 individus et au PK 36 avec 8215 individus capturés) suivi des coupelles blanches (11566 individus capturés). Enfin les coupelles bleues viennent en dernier lieu avec 11541 individus capturés dont 6538 individus au PK 36 tandis qu'au site de l'IFA il y a eu une baisse avec 5003 individus.

Il y a eu une grande richesse des individus capturés par les coupelles (blanches, bleues et jaunes) chez tous les témoins dans les deux sites d'essai, du fait que leurs indices de Menhinick approchent l'unité (T_0 IFA C. Blanche=0,8495; T_0 IFA C. bleue=0,8421; T_0 C. jaune=0,7454; T_0 PK 36 C. blanche=0,7727; T_0 PK 36 C. bleue=0,7684; T_0 PK 36 C. jaune=0,6925) comparativement aux individus capturés par les coupelles dans les cultures pures et les associations des cultures qui sont moins riches. Quant au filet fauchoire, nous avons constaté qu'il a capturé légèrement assez d'individus (avec 676) à Mondoyo par rapport au site de l'IFA (avec 672) en termes de nombre d'individus. Les indices de Menhinick se présentent selon l'ordre décroissant comme suit: T_0 PK 36 (avec 1,807) > T_0 IFA (avec 1,644) > T_2 IFA (avec 1,365) > T_1 PK 36 (avec 1,328) > T_2 PK 36 (avec 1,294) > T_0 IFA (avec 1,228).

RÉFÉRENCES

- Abrahamczyk S., Steudel B., Kessler M. (2010). Sampling Hymenoptera along a precipitation gradient in tropical forests: the effectiveness of different coloured pan traps. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 137:262-268.
- Alleaume C. (2012). Abeille domestique (*Apis mellifera*, L). Exemple pour l'étude de l'attractivité des plantes cultivées sur les insectes pollinisateurs. Alfort: École Nationale Vétérinaire d'Alfort.
- Bromenshenk, J. J., Smith, G. C., & Watson, V. J. (1995). Assessing ecological risks in terrestrial systems with honey bees. *Environmental Science Research* 50: 9-30.
- Bukaka, E. (2011). Biodiversité des abeilles sauvages (Hymenoptera, Apoïdea) de Kinshasa. Kinshasa: Inédit-Université de Kinshasa/UNIKIN.
- Cahen, L. (1954). Géologie du Congo-Belge. Liège.
- Carré S., Badenhauer I., Taséi J. N., Le Guen J., Mesquida J. (1994). Pollen deposition by *Bombus terrestris* L, between male-fertile and male-sterile plants in *Vicia faba* L. *Apidologie*, 25: 338-349.
- Dias B.S.F., Raw A., Imperatriz-Fonseca V.L. (1999). International pollinators initiative: The São Paulo declaration on pollinators. In Report on the recommendations of the workshop on the conservation and sustainable use of pollinators in agriculture with emphasis on bees (Vol. 79). Brazilian Ministry of the Environment.
- Eardley C., Urban R. (2010). Catalogue of Afrotropical bees (Hymenoptera: Apoïdea: Apiformes). *Zootaxa*, 2455: 1-548.
- Eardley, C., Kuhlmann, M., Pauly, A. (2010). Les genres et les sous-genres d'abeilles de l'Afrique subsaharienne. *ABC Taxa*, 9:147.
- Kitching R.L., Li, D., Stork, N.E. (2001). Assessing biodiversity 'sampling packages': how similar are arthropod assemblages in different tropical rainforests?. *Biodiversity and Conservation*, 10: 793-813.
- McGregor S.-E. (1976). Insect pollination of cultivated crop plants. Washington: Agriculture Handbook, Serv. Rech.Agri., U.S. Gov.Printing Off. (496).
- Michener C.-D. (2007). The bees of the world. 2nd ed. John Hopkins University Press.
- Nabors M. (2008). Biologie végétale-Structures, fonctionnement, écologie et biotechnologies. Pearson Education France, Paris.
- Nandpuri K. S., Brar J. S. (1966). Studies on floral biology in muskmelon (*Cucumis melo* L). *J. Res., Ludhiana*.
- Noyes J. (1989). A study of five methods of sampling Hymenoptera (Insecta) in tropical rainforest, with special references to the Parasitica. *Journal of Natural History*, 23: 285-298.
- Pekkarinen A. (1998). Oligolectic bee species in Northern Europe (Hymenoptera, Apoïdea). *Entomologica Fennica*, 8: 205-214.
- Pernal S.-F., Currie R.-W. (2000). Pollen quality of fresh and 1-year-old single pollen dies for worker honey bees (*Apis mellifera* L.). *Apidologie*, 31:387-409.
- Pierre J., Emmiellat R. (2009). Les variétés de colza actuelles sont-elles peu nectarifères pour les abeilles? *Bull. Tech.Apic.*, 36: 17-24.
- Posho S.-F. (2015). Évaluation des capacités pollinisatrices des abeilles domestiques (*Apis mellifera adansonii* L.) sur la culture de melon africain (*Cucumeropsis mannii naidin* L.) et mise au point d'un système d'optimisation de la gestion apicole en R.D. Congo. Gembloux: ULG Gembloux.
- Potts S.-G., Vulliamy B., Roberts S., O'Toole C., Dsafni A., Neemen G., et al. (2005). Role of nesting resources in organising diverse bee communities in a Mediterranean landscape. *Ecol.entomol.*, 30: 78-85.
- Pouvreau A. (2004). Les insectes pollinisateurs. Delachaux et Niestlé, p. 157.
- Stoddard F.-L., Bond D.-A. (1987). The pollination requirements of the fababean. *Bee World*, 68:144-152.
- Van-Wambeke M., Libens L. (1957). Notice explicative de la carte des sols et de la végétation du Congo belge et du Ruanda-Urundi 6. A et B. Bruxelles: Pub/INEAC.
- Verbeek T. (1970). Géologie et lithologie Lindien (Précambrien supérieur du Nord de la République Démocratique du Congo). Ann. Mus R. Bruxelles: SC. Géologie 66.
- Westphal C., Bommarco R., Carré G., Lamborn E., Morison N., Petannidou T., et al. (2008). Measuring bee diversity indifferent european habitats and biogeographical regions. *Ecological Monographs* 78: 653-671.