

OPTIMISATION DE LA PRODUCTION DE LA MANGUE DANS LES VILLES DE KARAKORO ET KOLOKAHA (NORD DE LA CÔTE D'IVOIRE) PAR L'INSTALLATION DE RUCHER DANS DES VERGERS DE MANGUIERS

Yalamoussa TUO¹, Drissa COULIBALY^{1*}, Mouhamadou KONE¹,
Nahoua COULIBALY¹ et Kouakou Hervé KOUA²

¹ Université Peleforo Gon Coulibaly, Korhogo, Côte d'Ivoire, U.F.R. des
Sciences Biologiques, Département de Biologie Animale,
BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire

² Université Felix Houphouët-Boigny, Abidjan, U.F.R. Biosciences,
Département de Zoologie, Biologie Animale et Ecologie,
22 BP 1611 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

(reçu le 15 Septembre 2020 ; accepté le 25 Novembre 2020)

* Correspondance, e-mail : coulibalydriss2008@yahoo.fr

RÉSUMÉ

Cette étude réalisée simultanément à Karakoro et à Kolokaha au Nord de la Côte d'Ivoire, portait sur l'optimisation de la production de la mangue par l'introduction de ruchers dans des vergers de manguiers. La collecte des données a été réalisée dans deux vergers de manguiers de la variété Kent distants de 45 km et aménagés chacun sur une surface de 5 ha. L'un des vergers à Karakoro, contenait un rucher de 16 ruches et l'autre, à Kolokaha, était exempt de rucher. L'activité des insectes a été évaluée à partir d'observations effectuées sur les inflorescences. Des essais sur les inflorescences ont également été réalisés pour déterminer le taux de nouaison. Les résultats ont montré que *Apis mellifera*, *Lipotriches* sp et les Syrphes sont les principaux visiteurs des inflorescences du manguiers avec une activité plus intense d'*Apis mellifera* à proximité du rucher. En revanche, l'activité de *Lipotriches* sp et des Syrphes est plus grande lorsqu'on s'éloigne du rucher. Le taux de nouaison était également plus élevé à proximité du rucher. Cette étude a montré la nécessité d'introduire des ruches dans les vergers de manguiers afin d'accroître la production et réduire la pauvreté au sein des populations qui en font une activité essentielle.

Mots-clés : manguiers, rucher, taux de nouaison, activité des abeilles.

ABSTRACT

Optimization of mango production in Karakoro and Kolokaha cities (northern Côte d'Ivoire) by apiary installation in mango orchards

This study carried out in Karakoro and Kolokaha, Northern Côte d'Ivoire, simultaneously was focused on the optimization of mango production by installing apiary in selected orchards. Data collection was carried out in two orchards of "Kent variety" separated to 45 km and set up each on 5 ha areas. One of these orchards containing an apiary with 16 beehives was located in Karakoro and the other one without apiary was located in Kolokaha. The insects' activity on mango trees flowers was assessed through observations made on the inflorescences. Some pollination experiments on the inflorescences were used also to determine the fruitset rate. The findings showed that *Apis mellifera*, *Lipotriches* sp and Syrphes are the main visitors to the mango inflorescences with a higher activity of *Apis mellifera* nearby apiary. On the other hand, the activity of *Lipotriches* sp and the Syrphes was greater when one moves away from apiary. The fruitset rate was also higher nearby apiary. This study showed the need to introduce beehives in mango orchards in order to increase the production and to reduce poverty among the populations who make it an essential activity.

Keywords : *mango trees, apiary, fruitset rate, bee activity.*

I - INTRODUCTION

Le manguier (*Mangifera indica*) est une plante de la famille des Anacardiaceae qui comporte en grande partie des espèces tropicales comme l'anacardier et le pistachier [1]. Originaire d'Asie méridionale et largement cultivée dans les pays tropicaux pour son fruit, le manguier est d'une importance nutritionnelle pour l'homme. En Côte d'Ivoire, il est présent sur toute l'étendue du territoire mais, les zones où les conditions climatiques sont favorables à sa culture pour la production de fruits de bonne qualité, sont principalement la moitié Nord du pays [2]. En effet, verts, les fruits sont riches en vitamine C et à maturité, ils deviennent une véritable source de vitamine A, de thiamine et de niacine [3]. Ils contiennent également du sucre ; ce qui leur permet d'être une véritable source d'énergie [3]. Cultivée au Nord de la Côte d'Ivoire, la période de récolte de la mangue s'étend d'Avril à Juin correspondant à la période, au cours de laquelle, les ressources alimentaires deviennent rares [4]. Dès lors, la mangue assure l'alimentation des populations et constitue leur principale source de revenu. Par ricochet, elle contribue à la sécurité alimentaire et à la lutte contre la pauvreté. C'est le troisième fruit exporté par la Côte d'Ivoire après l'ananas

et la banane ; ces trois cultures contribuant entre 3 % à 4 % du Produit Intérieur Brut (PIB) national et entre 8 % à 10 % du PIB agricole [5]. Par ailleurs, à l'instar des arbres fruitiers, la reproduction chez le manguier nécessite le phénomène de pollinisation. En effet, la pollinisation se définit comme le transfert de pollen depuis l'anthere d'une fleur jusqu'au stigmate de cette même fleur ou d'une autre fleur. C'est la première étape d'une série de processus assurant la rencontre des gamètes mâle et femelle dans la reproduction des angiospermes [6]. Elle a lieu grâce au vent, aux animaux et surtout aux insectes. Les insectes contribuent à plus de 90 % à la pollinisation des arbres fruitiers [7]. Parmi ces insectes, les abeilles sont considérées comme les principaux pollinisateurs au niveau mondial [8]. Dans les cultures fruitières, l'abeille domestique contribue fortement entre 75 % à 90 % à la pollinisation [9]. Ainsi, chez le fraisier, les fleurs sont pollinisées par plusieurs diptères (syrphes), thysanoptères (thrips), lépidoptères et divers apoïdes sauvages dont l'abeille domestique [10]. Celle-ci augmente en moyenne la production du fraisier de 38,6 %, et améliore sa qualité, sa durée de conservation et sa valeur commerciale [11]. L'introduction de ruches d'abeilles dans les vergers de pommier, a permis d'améliorer le rendement et la qualité des fruits [12].

En effet, plus la source de nourriture était proche de la ruche, plus les visites de l'abeille domestique étaient nombreuses et la pollinisation intensifiée. Par contre, le rendement diminuait avec l'éloignement des ruches de la source de nourriture. Des travaux effectués au jardin botanique de l'Université Peleforo GON COULIBALY (UPGC) ont également montré que l'installation d'une ruche d'abeilles à proximité des parcelles de concombre et de courgette contribuait à accroître le nombre et la masse des fruits de ces spéculations [13]. La pollinisation des fleurs de manguiers étant essentiellement entomophile et croisée, elle se fait par des insectes de l'ordre des diptères (syrphes), des thysanoptères (thrips) et des hyménoptères (abeilles) [14]. C'est pourquoi, comme dans les précédentes études, la présente se propose d'évaluer l'impact réel des insectes notamment l'abeille domestique sur les paramètres de production d'un verger de manguiers. L'objectif général vise à optimiser la production de la mangue dans les villes de Karakoro et Kolokaha, dans le département de Korhogo par l'introduction d'un rucher dans les vergers de manguiers. De façon spécifique, il s'agit (i) d'évaluer l'activité des insectes sur les fleurs de manguiers, (ii) d'évaluer l'effet des insectes sur le taux de nouaison dans les conditions naturelles et (iii) d'évaluer l'effet du rucher sur le taux de nouaison.

II - MÉTHODOLOGIE

II-1. Zone et sites d'étude

Cette étude a été réalisée au Nord de la Côte d'Ivoire, notamment dans les villes de Karakoro et de Kolokaha dans la région du Poro. Cette région est caractérisée par un climat de type soudanais marqué par deux saisons: une saison sèche très prononcée et une saison pluvieuse. La saison sèche qui s'étend de Novembre à Avril, est caractérisée par le harmattan entre Décembre et Février et des pointes de chaleur en Mars et en Avril. La saison des pluies, quant à elle, s'étend de Mai à Octobre avec une pluviométrie maximale en Juillet et Août [16]. La pluviométrie annuelle moyenne se situe entre 1100 mm et 1500 mm [17]. Les températures moyennes varient entre 24°C et 33°C avec des valeurs plus faibles en Décembre et Février. La végétation est constituée essentiellement de savanes arborées ou arbustives mais, on y rencontre par endroit des îlots forestiers, des bois sacrés aux abords des villages dont l'accès est interdit, ainsi que des galeries forestières le long des cours d'eau. L'espèce forestière la plus dominante en taille est le fromager (*Ceiba pentandra*). On trouve également le Néré (*Parkia biglobosa*) et le Karité (*Vitellaria paradoxa*) dont les fruits sont consommés et commercialisés par les populations. Du fait des activités agricoles et du déboisement, les formations végétales naturelles sont en train d'être remplacées progressivement par des vergers de manguiers, d'anacardiens et par des espèces forestières reboisées (tecks) aux alentours des villages [18]. Le relief se caractérise par une succession de collines et de plaines entrecoupées de bulles de cuirasses granitiques et latéritiques. Les altitudes varient entre 300 à 500 m sur les plateaux. Le réseau hydrographique est dominé par la présence du fleuve Bandama, alimenté par de nombreux affluents dont les principaux sont le Bandama blanc, le Yorelorho, le Solomougou et le Bou. Chacun de ces affluents est aussi alimenté par une multitude de rivières dont le cours supérieur est souvent intermittent. La majorité des affluents sont temporaires en amont de leur cours. Ils tarissent en saison sèche. En saison pluvieuse, les crues et la submersion des sites entraînent le transport de matières organiques fines à partir des bassins versants [16]. La **Figure 1** présente la localisation des sites d'études.

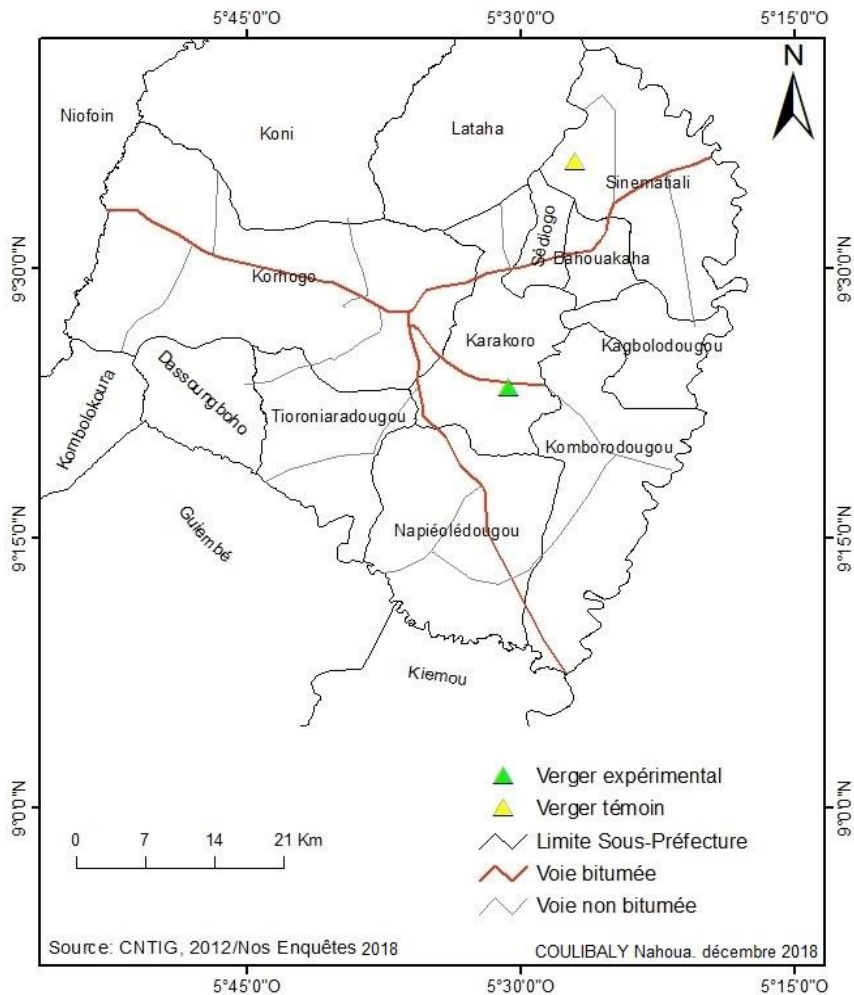


Figure 1 : Localisation des sites d'études

II-2. Collecte des données

Cette étude s'est focalisée sur deux vergers de manguiers de la variété Kent distants de 45 km et aménagés chacun sur une surface de 5 ha. L'un des vergers choisis à Karakoro abritait un rucher composé de 16 ruches et l'autre, choisi à Kolokaha, était exempte de rucher. Dans le verger avec rucher, vingt (20) manguiers ont été choisis de manière aléatoire à 30 m et vingt autres à 300 m du rucher. Dans le verger sans rucher, vingt (20) manguiers ont également été choisis. Tous les manguiers ont été marqués avec de la popeline bleu-marine pour les différencier des autres.

II-2-1. Évaluation de l'activité des insectes sur les fleurs de manguiers

Elle s'est faite par observation directe des abeilles sur les fleurs de manguiers. Ces observations ont été effectuées dans chaque verger de manguiers, une fois par semaine, de 6h à 18h, pendant la période de floraison. Les résultats ont été enregistrés par tranche horaire (10 min/tranche). Pour chaque séance d'observation, les fleurs d'une grappe étaient observées à raison d'une grappe par heure. Le nombre d'abeilles et autres insectes butinant les fleurs était enregistré sur une fiche d'observation afin de faciliter l'évaluation de l'activité des insectes.

II-2-2. Évaluation de l'effet des insectes sur le taux de nouaison dans les conditions naturelles

L'impact des insectes sur le taux de nouaison a été évalué uniquement dans le verger sans rucher dans les conditions naturelles. Ainsi, quarante (40) grappes ont été sélectionnées différemment sur 40 arbres parmi lesquelles, 20 grappes ont été ensachées pour empêcher la visite des insectes et les 20 autres sont restées libres.

II-2-3. Évaluation de l'effet du rucher sur le taux de nouaison

Pour évaluer l'effet du rucher sur le taux de nouaison, quarante (40) grappes ont été sélectionnées différemment sur 40 arbres dans les deux types de vergers. Le calcul du taux de nouaison (TN), a tenu compte du nombre de fleurs par branche et du nombre de fruits noués. Il a été calculé à partir de la **Formule** suivante :

$$\text{Taux de Nouaison (TN)} = \left(\frac{\text{Nombre de fruits noués}}{\text{Nombre de fleurs}} \right) \times 100 \quad (1)$$

II-2-4. Identification des insectes

Les insectes capturés étaient conservés dans des flacons contenant de l'alcool (70 %) avant leur identification au laboratoire. L'identification des insectes a été faite sous une loupe binoculaire de marque Motic au grossissement (10 x 20) grâce à la clé d'identification d'Aberlenc et une collection de référence des abeilles.

II-3. Analyses des données

Les tests statistiques utilisés sur les données ont été réalisés au moyen du logiciel Statistica version 7.1. La variance (ANOVA) et le test de Duncan au seuil de 5 %, ont été utilisés pour analyser et comparer la diversité des insectes.

III - RÉSULTATS

Les insectes identifiés au cours de l'échantillonnage appartenaient à trois familles comprenant deux familles d'abeilles (Apidae, Halictidae) et une famille de mouches (Syrphidae). Les Apidae et les Halictidae étaient composées respectivement de l'abeille domestique "*Apis mellifera*" et une morpho espèce de Lipotriches "*Lipotriches* sp".

III-1. Abondance des insectes dans les vergers de manguiers

Dans le verger sans rucher, 754 spécimens d'insectes ont été enregistrés. Ils comprenaient 85 spécimens d'*Apis mellifera*, 675 spécimens de *Lipotriches* sp et 22 spécimens de Syrphes. L'analyse statistique a révélé une différence significative entre le nombre moyen de spécimens d'*Apis mellifera* ($1,31 \pm 0,55$), de *Lipotriches* sp ($10,38 \pm 0,91$) et de Syrphes ($0,36 \pm 0,21$) à $p < 0,01$ % (**Figure 2A**). Dans le verger situé à 30 m du rucher, 2561 spécimens d'insectes ont été enregistrés avec 1339 spécimens d'*Apis mellifera*, 1222 spécimens de *Lipotriches* sp et 158 spécimens de Syrphes. L'analyse statistique n'a révélée aucune différence entre le nombre moyen de spécimens d'*Apis mellifera* ($22,32 \pm 1,6$) et celui de *Lipotriches* sp ($21,97 \pm 1,1$). Cependant, une différence significative a été observée entre le nombre moyen de Syrphes ($3,1 \pm 0,46$) et celui des deux précédentes espèces ($p < 0,01$). Le test de Newman Keuls a permis de distinguer deux groupes, l'un constitué des Syrphes et l'autre de *Lipotriches* sp et *Apis mellifera* (**Figure 2B**). Dans le verger situé à 300 m du rucher, 2049 spécimens d'insectes ont été enregistrés avec 348 spécimens d'*Apis mellifera*, 1701 spécimens de *Lipotriches* sp et 169 spécimens de Syrphes. L'analyse statistique a révélé une différence significative entre le nombre moyen de spécimens d'*Apis mellifera* ($5,8 \pm 0,79$), de *Lipotriches* sp ($28,35 \pm 0,93$) et de Syrphes ($2,82 \pm 0,71$) à $p < 0,01$ et $\alpha = 5\%$, (**Figure 2C**).

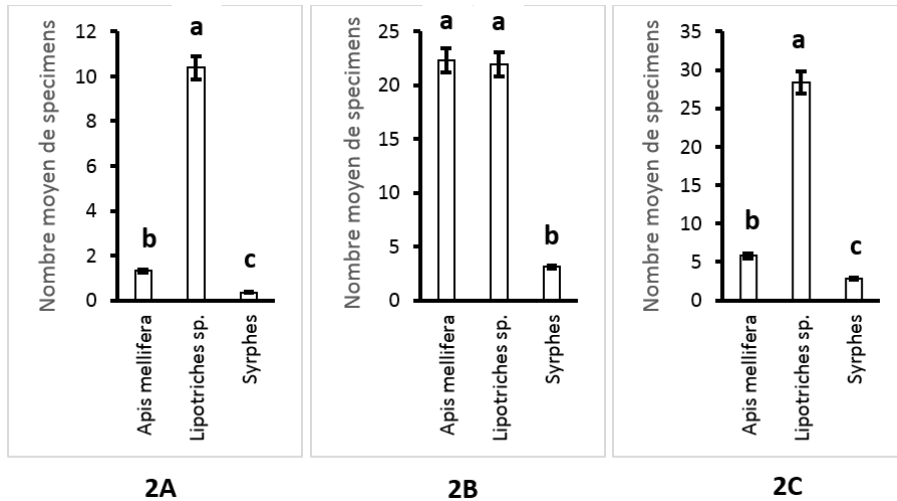


Figure 2 : Abondance moyenne des insectes dans le verger sans rucher (2A), dans la parcelle à 30 m du rucher (2B), dans la parcelle à 300 m du rucher (2C)

III-2. Activité des insectes sur les fleurs de manguiers

Au cours d'une journée d'observation, l'activité d'*Apis mellifera* variait considérablement d'un verger à un autre. Elle était plus intense dans les vergers situés respectivement à 30 m et à 300 m du rucher par rapport au verger sans rucher. Le pic d'activité était observé entre 7h et 8h du matin. Au-delà, il avait brutalement chuté pour s'annuler vers 11h. Toutefois, une légère reprise de l'activité était observée vers la fin de l'après-midi entre 17h et 18h (**Figure 3A**). Deux pics d'activités ont été observés chez *Lipotriches sp.* Un premier pic entre 9h et 10h du matin et le second pic entre 14h et 15h. Les manguiers sélectionnés à 300 m du rucher ont enregistré la plus forte activité de *Lipotriches sp* suivis des manguiers à 30 m du rucher. En revanche, les manguiers du verger sans rucher ont enregistré la plus faible activité (**Figure 3B**). L'activité des Syrphes avait commencé à 8h pour varier en forme de dent de scie. Elle était plus intense sur les manguiers situés à 30 m du rucher, moyennement intense sur les manguiers à 300 m du rucher et très faible sur les manguiers du verger sans rucher. De légers pics ont toutefois été observés dans les deux vergers (8h-9h ; 11h-12h ; 13h-14h et 16h-17h) (**Figure 3C**).

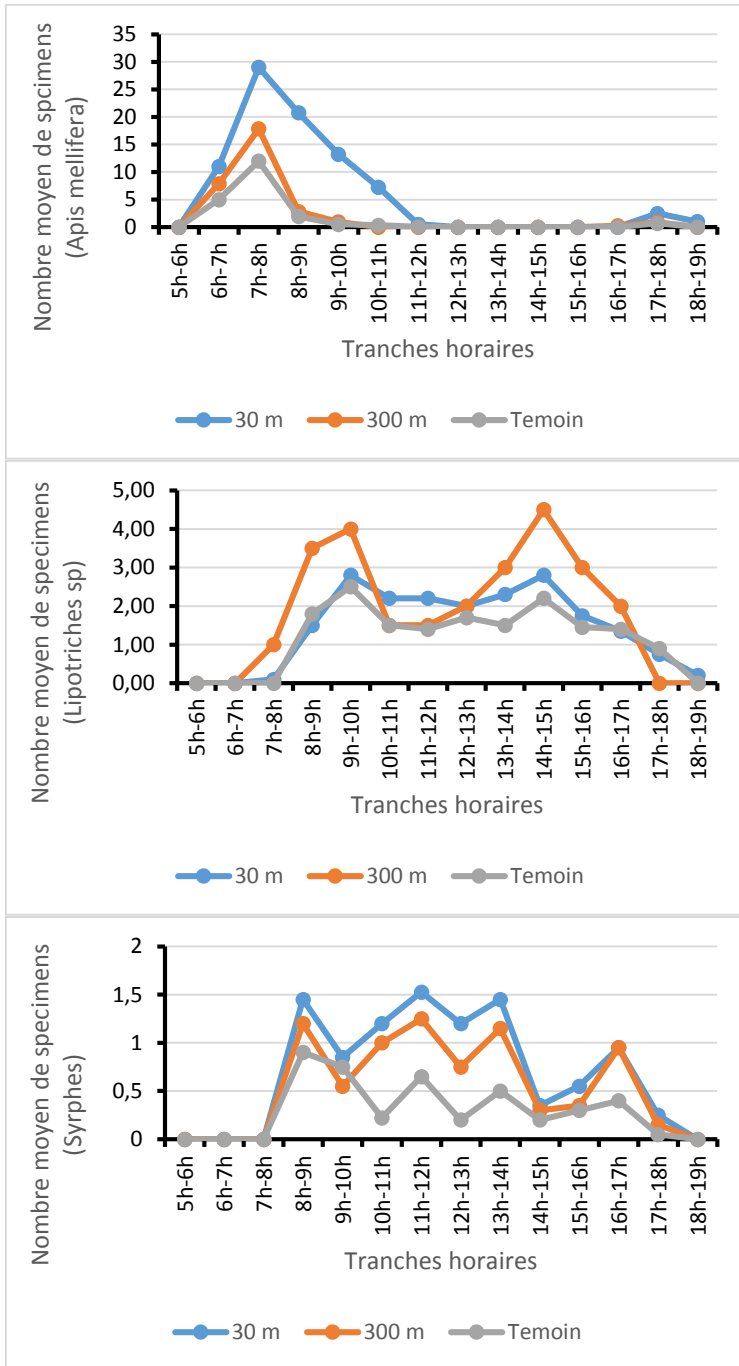


Figure 3 : Évolution de l'activité journalière des insectes sur les fleurs de manguiers

III-3. Impact des insectes sur le taux de nouaison

L'analyse des résultats a montré une différence significative entre les taux moyens de nouaison des fleurs non ensachées ($37 \pm 1,37$) et des fleurs ensachées ($0,6 \pm 0,5$) à $p < 0,01$ mettant ainsi en exergue la forte implication des insectes dans la pollinisation du manguier (**Figure 4**).

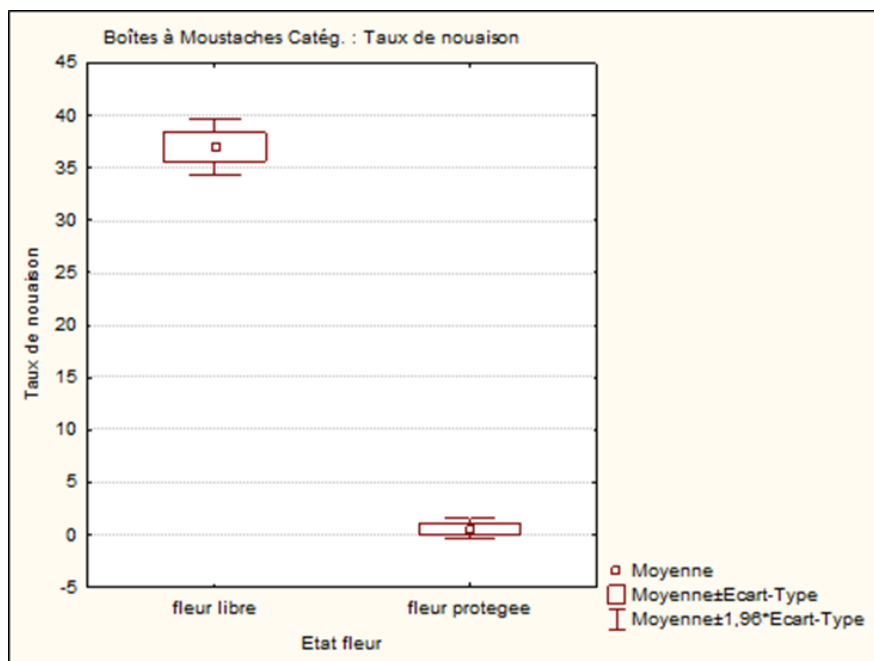


Figure 4 : Impact des insectes sur le taux de nouaison

III-4. Impact du rucher sur le taux de nouaison

Les analyses ont révélé une différence significative entre les taux de nouaison dans les différents vergers ($p < 0,01$). Le taux moyen de nouaison était plus grand respectivement, pour les manguiers situés à 30 m du rucher ($91,01 \pm 0,11$), à 300 m du rucher ($53 \pm 0,03$) et dans le verger sans rucher ($36 \pm 0,06$). Ce résultat a montré que le taux de nouaison augmentait lorsque les manguiers étaient de plus en plus proches du rucher (**Tableau 1**).

Tableau 1 : Comparaison des taux moyens de nouaison dans les différents vergers

Sites	Verger sans rucher	Manguiers (30 m du rucher)	Manguiers (300 m du rucher)
Taux moyen de nouaison	$(36 \pm 0,06)^c$	$(91,01 \pm 0,11)^a$	$(53 \pm 0,03)^b$

IV - DISCUSSION

IV-1. Diversité des insectes visitant les fleurs du manguier

Cette étude est l'une des premières au Nord de la Côte d'Ivoire en termes d'évaluation de l'impact des ruches d'abeilles sur la production de la mangue. Elle a montré que *Apis mellifera*, *Lipotriches* sp et les Syrphes sont les principaux visiteurs des fleurs de manguiers. En effet, ces insectes visitent les fleurs de manguiers à la recherche de nectar ou de pollen. Une étude similaire réalisée par [14] avait montré que la pollinisation du manguier à la Réunion était assurée par les insectes appartenant à l'ordre des Diptères (Syrphes), des Thysanoptères (thrips) et des Hyménoptères (abeilles).

IV-2. Activité des insectes sur les fleurs de manguiers

L'activité d'*Apis mellifera* était plus intense avec la proximité des manguiers du rucher alors que celle de *Lipotriches* sp évoluait inversement dû au fait que *Apis mellifera* concentrerait ses mouvements de vols autour du rucher. Selon Pouvreau, la forte densité d'*Apis mellifera* à proximité du rucher serait liée à sa faculté de recruter un grand nombre de butineuses pour exploiter une source alimentaire intéressante [19]. En effet, *Apis mellifera* peut former des colonies de 25000 individus. Par ailleurs, l'éloignement de *Lipotriches* sp des manguiers proches du rucher pourrait entrevoir une compétition entre ces espèces d'abeilles car, le caractère agressif d'*Apis mellifera* pourrait contraindre d'autres espèces à étendre plus loin leur habitat. Le pic d'activité d'*Apis mellifera* observé entre 7h et 8h, pourrait, comme le pense Corbet, être fonction de l'intensité du parfum émis par les fleurs très tôt le matin [20]. En effet, la production et la qualité de nectar diffère d'une espèce végétale à une autre et varie en fonction de l'heure de la journée, de l'âge de la fleur, et des conditions météorologiques [19]. Une étude conduite par Tuo et al. sur le palmier à huile, avait montré que l'essentiel de l'activité des insectes visitant ses inflorescences se situait entre 9h et 13h avec un pic à 11h, le premier et le deuxième jour de l'anthèse [21]. Cette tranche d'heure coïncidait certainement avec la période au cours de laquelle, le parfum d'anis libéré par la fleur était potentialisé par l'épanouissement d'un plus grand nombre de fleurs. En plus, les abeilles butinent les fleurs dont la concentration du nectar en sucre serait relativement élevée (plus de 15 %) [22]. Pour le manguier, la concentration en sucre serait probablement élevée dans la matinée entre 7h et 8h ; ce qui expliquerait l'activité intense d'*Apis mellifera* pendant cette tranche horaire. Des résultats similaires obtenus par Djonwangwe et son équipe, ont montré que le pic de l'activité d'*Apis mellifera* sur les fleurs de *Vitellaria paradoxa* se situait dans la matinée entre 7h et 8h [23]. Ce pic de visites correspondrait à la période journalière de plus grande disponibilité du nectar et du pollen chez *Vitellaria paradoxa*.

IV-3. Impact des insectes sur le taux de nouaison

Cette étude a confirmé que, comme pour plusieurs espèces végétales, la pollinisation du manguier est entomophile car, le taux de nouaison des fleurs non ensachées était plus grand que celui des fleurs ensachées. Les travaux de Kendal et Smith, ont montré que les insectes anthophiles en général et les abeilles en particulier augmentent les rendements en fruits ou en graines de plusieurs espèces végétales via la pollinisation [24]. Ces résultats ont été confirmés par Peter et *al.* dans la culture des baies où la production s'est améliorée considérablement lorsque les insectes ont eu accès librement aux fleurs lors de la floraison [12]. Mesquida et *al.* ont également montré que la reproduction du colza passe majoritairement par la pollinisation croisée [25].

IV-4. Impact du rucher sur le taux de nouaison

Cette étude a montré que la proximité des vergers de manguiers avec les ruches d'abeilles améliore considérablement le taux de nouaison. On comprend pourquoi, les manguiers sélectionnés à proximité du rucher ont eu les meilleurs taux de nouaison. En effet, l'intense activité des abeilles sur les fleurs reste capitale pour la nouaison des fruits [20]. Selon Ndola et *al.*, plus l'activité des insectes est élevée, plus un grand nombre de fleurs est pollinisées [26]. Ces résultats sont similaires à ceux de [12] qui ont montré que, plus la source de nourriture est proche de la ruche, plus les visites de l'abeille domestique sont nombreuses et par ricochet, la pollinisation intensifiée.

V - CONCLUSION

Cette étude avait pour but d'évaluer l'impact d'un rucher sur les paramètres de production du manguier. Les résultats obtenus ont montré que la pollinisation du manguier est essentiellement entomophile car, l'activité d'*Apis mellifera*, de *Lipotriches* sp et des Syrphes a considérablement augmenté le taux de nouaison des fruits. L'installation d'un rucher à l'intérieur ou à proximité d'un verger contribue de ce fait à amplifier l'activité des abeilles. Le défi à venir résidera dans notre capacité à définir la période propice d'introduction des ruches dans ces vergers afin d'assurer une bonne pollinisation et également, dans la mise en place d'une procédure d'installation d'une source d'eau pour la consommation des abeilles.

REMERCIEMENTS

Nous remercions les populations de Karakoro et de Kolokaha pour leur franche collaboration sans laquelle, cette étude serait difficile à réaliser. Nous remercions également les différents lecteurs du manuscrit pour leurs contributions qui ont permis de rehausser la qualité de l'article.

RÉFÉRENCES

- [1] - J. M. BOMPARD and R. J. SCHNELL, Taxonomy and systematics, in The Mango Botany, production and uses, edited by R. E. Litz. *University Press*, London, (1997) 21 - 47
- [2] - FIRCA, Le FIRCA et la filière mangue. La culture du manguier, une ‘mine d’or’ pour la région nord de la Côte d’Ivoire. La filière du progrès : *Bulletin d’information du fond interprofessionnel pour la recherche et le conseil agricole*, Dossier Acte, 3 (2008) 30
- [3] - G. FREHAUT, Etude de la composition biochimique de la mangue (*Mangifera indica* l. cv early gold) en fonction de son stade de maturité, Mémoire de fin de cycle pour l’obtention du diplôme d’ingénieur. *UTC Compiègne*, (2001) 65
- [4] - S. K. MUKHERJEE, Introduction: botany and importance, in: Litz R.E. (Ed.), the mango : botany, production and uses, *Cab Int., Oxon, UK*, (1997) 1 - 19
- [5] - FIRCA, *Rapport annuel.*, (2007) 64
- [6] - J. L. CHAPMAN et M. J. REISS, Ecology : principes et applications, *Cambridge University Press*, (1992) 294
- [7] - J. OLLERTON, S. D. JOHNSON & A. B. HINGSTON, Geographical variation in diversity and specificity of pollination systems. Plant pollinator interactions, from specialization to generalization. (Eds N. M. Waser & J. Ollerton). Chicago, IL: *Chicago University Press*, (2006) 283 - 308
- [8] - R. RADER, I. BARTOMEUS, L. A. GARIBALDI, M. P. D. GARRATT, B. G. HOWLETT, R. WINFREE, S. A. CUNNINGHAM, M. M. MAYFIELD, A. D. ARTHUR, Non-bee insects are important contributors to global crop pollination. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 113, (2015) 146 - 151
- [9] - C. H. HOOPER, The pollination and setting of fruit blossoms and their insect visitors, *Journal of the Royal Horticultural Society*, 38 (1912) 238 - 248
- [10] - M. ALEXANDRA, K. MARIA, Développement du manguier (*Mangifera indica* L.) innatura – Approche expérimentale et modélisation de l’influence d’un facteur exogène, la température, et de facteurs endogènes architecturaux. Thèse de Doctorat Spécialité :

- Biologie Intégrative des plantes, *Université Montpellier II, France. Montpellier*, (2006) 181
- [11] - B. K. KLATT, A. HOLZSCHUH, C. WESTPHAL, Y. CLOUGH, I. SMIT, E. PAWELZIK, & T. TSCHARNTKE, Bee pollination improves crop quality, shelf life and commercial value. *The Royal Society*, Vol. 281, N°1775 (2014) 20132440 p.
- [12] - F. PETER, P. ANNE, C. VALÉRIE, C. JEAN-DANIEL, La pollinisation des plantes à fleurs par les abeilles - Biologie, Écologie, Économie. Agroscope Liebefeld-Posieux, *Centre de recherche apicole*, (2001) 27
- [13] - Y. TUO, K. KONE, L. M. YAPO, K. H. KOUA, Abundance and Incidence of Zucchini (*Cucurbita pepo* L) Flies in the Korhogo. Department of Northern Côte d'Ivoire and Pest Control Methods Used by Farmers. *Journal of Experimental Agriculture International*, 21 (2) (2018) 1 - 7
- [14] - P. CHRYSTEL, Connaissance du fonctionnement des manguiers (*M. indica* L.) de cultivar 'Lirfa : effet du défouillage sur la croissance et la production, Mémoire de fin de cycle en vue d'obtention du diplôme d'ingénieur des techniques, *Ecole Nationale des Ingénieurs des Travaux Agricoles Bordeaux*, (2002) 71
- [15] - E. KOUAKOU, B. KONÉ, A. N'GO, C. GUELADIO et I. SAVANE, Impact of Rainfall Variability on the Groundwater Resources of the White Bandama Basin (Northern Cote d'Ivoire). *Journal of Water and Climate Change*, (2012) 85
- [16] - N. L. A. AHIVI, Rôle des organisations paysannes dans la commercialisation des produits vivriers dans le département de Korhogo. Direction Régionale de l'Agriculture, Korhogo. *Mémoire de fin de cycle DUT, URES Korhogo*, (2000) 41
- [17] - J. P. JOURDA, B. M. SALEY, E. V. DJAGOUA, K. J. KOUAME, J. BIEMI, et M. RAZACK, Utilisation des données ETM+ de Landsat et d'un SIG pour l'évaluation du potentiel en eau souterraine dans le milieu fissuré précambrien de la région de Korhogo (Nord de la Côte d'Ivoire) : Approche par analyse multicritère et test de validation. *Téledétection*, Vol. 5, N°4 (2005) 339 - 357
- [18] - K. M'BRA, Approvisionnement en eau potable, déficits d'assainissement et risque sanitaire associé dans un contexte de variabilité climatique à Korhogo (Côte d'Ivoire), *Mémoire de DEA Université Felix Houphouët Boigny*, (2013) 122
- [19] - A. POUVREAU, Cultures tropicales oléagineuses. In : Pollinisation et production végétale (coordonné par pesson p., louveaux j.), *INRA, Paris*, (1984) 331 - 347

- [20] - S. A. CORBET, I. H. WILLIAMS & J. L. OSBORNE, Bees and the pollination of crops and wild flowers in the European Community. *Bee world*, 72 (2) (1991)47 - 59
- [21] - Y. TUO, Etat de l'entomofaune des inflorescences du palmier à huile en côte d'ivoire : cas de la station CNRA de La Me, *Thèse de doctorat de l'Université Felix Houphouët Boigny, spécialité entomologie agricole, Laboratoire de zoologie, biologie animale et écologie*, (2013) 204
- [22] - J. M. PHILIPPE, La pollinisation par les abeilles : pose des colonies dans les cultures en floraison en vue d'accroître les rendements des productions végétales. *EDISUD, Aix-en-Provence, France*, (1991) 160
- [23] - D. DJONWANGWE, F. F. N. TCHUENGUEM, J. MESSI, D. BRÜCKNER, 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). *int. j. biol. chem. sci.*, 5 (4) (2011) 1538 - 1551
- [24] - D. A. KENDAL, B. D. SMITH, The pollinating efficiency of honey bee and Bumblebee visits to flowers of runner bean *Phaseolus coccineus*. *J. Appl. Ecol.*, 13 (1976) 749 - 752
- [25] - J. MESQUIDA, M. RENARD, J. S. PIERRE, Rapeseed (*Brassica napus* L.) productivity : The effect of honeybees (*Apis mellifera* L.) and different pollination conditions in cage and field tests, *Apidologie*, (1988) 19 (1) 51 - 72
- [26] - B. P. NDOLA, Y. BROSTAU, G. GOFF, M. L. SUSINI, E. HAUBRUGE, F. FRANCIS & B. K. NGUYEN, Effects of *Apis mellifera adansonii*, L. 1758 (Apidae : Hymenoptera) pollination on yields of *Cucumeropsis manni* (Naudin) in Kisangani, Democratic Republic of Congo. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11 (2) (2017) 640 - 650