

Évaluation de la diversité morphologique d'*Apis mellifera* L. *adansonii* (Latreille, 1804) dans le district du Bas-Sassandra, Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire

Léonie Clémence KOUONON*, Yao Eric Parfait YAO, Koudougnon Alice Estère GOBA, Kobenan Alexis KOFFI, Kouamé Guillaume KOFFI et Abouo Béatrice ADEPO-GOURENE

Université Nangui Abrogoua, Unité de Formation et Recherche Sciences de la Nature, Laboratoire de Biologie et Amélioration des Productions Végétales, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

* Correspondance, courriel : lckouonon@yahoo.fr

Résumé

L'objectif de cette étude est d'identifier des groupes morphologiques d'abeilles mellifères dans le district du Bas-Sassandra. Cinq cent dix abeilles ouvrières ont été collectées dans 17 colonies sauvages, disséquées puis, 13 caractères morphométriques et un indice zootechnique ont été mesurés. Des analyses univariées et multivariées ont permis de comparer et structurer les colonies. Deux groupes morphologiques d'abeilles, basés sur la coloration, ont été identifiés : les abeilles noires à longue langue et les abeilles jaunes à courte langue. Les analyses univariées ont mis en évidence de la variabilité au sein des colonies et entre les colonies. Quatre groupes morphologiques ont été identifiés : le groupe des abeilles à pattes postérieures longues et à langue courte, le groupe des abeilles à grandes ailes, le groupe des abeilles à courte pattes postérieures et à longue langue et le groupe des petites abeilles. La variabilité morphologique des abeilles serait un fait d'hétérogénéité environnementale qui doit être pris en compte pour la gestion et la conservation des abeilles dans les agroécosystèmes.

Mots-clés : *abeilles africaines, abeilles domestiques, caractérisation, colonies sauvages, morphométrie.*

Abstract

Morphological diversity evaluation of *Apis mellifera adansonii* (Latreille, 1804) from Bas-Sassandra district, Southwestern Côte d'Ivoire

The aim of this study is to identify morphological groups in honeybees in Bas-Sassandra district. Five hundred and ten worker bees were collected in 17 wild colonies, dissected, then 13 morphometric traits and one zootechnical index were measured. Colonies were described through univariate and multivariate analyses. Two groups of morphological bees based on coloration were identified: black bees with a long tongue and yellow bees with a short tongue. Univariate analyses highlighted variability within and among colonies. Four morphological groups were identified: group of bees with long hind legs and short tongue, group of bees with large wings, group of bees with short hind legs and long tongue then group of small bees. Morphological variability of honeybees would be a fact of environmental heterogeneity which must be considered for management and conservation of honeybees in agroecosystems.

Keywords : *african bees, characterization, Honeybees, morphometry, wild colonies.*

1. Introduction

La pollinisation est un service indispensable au fonctionnement des écosystèmes et est à la base du maintien et de la diversification des plantes [1]. Pour près de 90 % des plantes sauvages et 75 % des espèces cultivées à l'échelle mondiale, ce service écosystémique majeur est assuré par les animaux [2]. Parmi ceux-ci, les plus efficaces et les plus fiables sont les insectes, en particulier l'abeille domestique *Apis mellifera* qui, de par son mode de vie social, sa grande dispersion et son comportement de butinage transportent le pollen en quantité importante sur de plus longues distances [3, 4]. Plusieurs bénéfices sont tirés de la pollinisation des abeilles domestiques : la production en quantité et en qualité de denrées alimentaires et d'autres produits d'origine végétale tels que des biocarburants, des matériaux de construction, des médicaments. Il est indéniable que les abeilles contribuent à l'essor du secteur agricole [5, 6]. En 2006, sa contribution économique à l'agriculture est estimée à 11,9 milliards d'euros en Afrique [7] et à 153 milliards d'euros dans le monde en 2006 [8]. En tant qu'espèce polylectique, les abeilles domestiques butinent plusieurs espèces végétales. En visitant plusieurs fleurs et des individus différents au sein d'une même espèce, les abeilles favorisent les échanges de gènes et contribue au maintien et de la diversification des plantes [9]. Outre ces nombreux services, *A. mellifera* peut être utilisée comme bioindicateur dans la santé des écosystèmes dans lesquels elle évolue [10].

En effet, la sensibilité de l'abeille aux molécules toxiques présentes dans un environnement peut permettre de détecter la pollution due à un agent chimique. Paradoxalement, bien que très impliquée dans la préservation des écosystèmes, *A. mellifera* reste tributaire de l'équilibre de ces derniers si bien que leurs diversité, distribution et abondance sont étroitement liées aux conditions environnementales et aux activités anthropiques. Ces dernières décennies, la végétation originelle de la Côte d'Ivoire a subi de profondes modifications se traduisant entre autres par l'agriculture intensive notamment [11, 12]. La végétation du district du Bas-Sassandra, originellement constituée d'une riche flore avec des essences forestières très diversifiées est aujourd'hui fragmentée en îlots. Cette fragmentation pourrait avoir un impact sur la structure des populations d'*A. mellifera*. En Côte d'Ivoire, les travaux de recherches sur la diversité génétique, la biologie, l'éthologie et les services écosystémiques d'*A. mellifera adansonii*, la race locale mellifère et endémique à l'Afrique de l'ouest, sont parcellaires et/ou dépassés ne tenant pas compte du nouveau visage paysager du pays [13 - 16]. La méconnaissance d'*A. mellifera adansonii* rend difficile sa protection, sa conservation et les services rendus aux communautés locales, d'où la nécessité de sa caractérisation phénotypique. L'objectif de cette étude est d'évaluer la diversité morphologique d'*A. mellifera adansonii* dans le district du Bas-Sassandra.

2. Matériel et méthodes

2-1. Sites d'échantillonnage

L'échantillonnage a été réalisé dans 11 localités des régions administratives de la Nawa et de San-Pédro, district du Bas-Sassandra, au sud-ouest de la Côte d'Ivoire (**Figure 1**). La région de la Nawa regroupe les départements de Soubré, Méagui, Guéyo, Buyo. Neuf localités y ont été prospectées (Morikro, Daoumékro, Krakro, Laguikro, N'zikro, Pogrégui, M'Brakro, Okrouyo, Yakro). La région de San-Pédro est constituée des départements de San-Pédro et Tabou où deux localités ont été investiguées (Touih et Alloufoukro). Le district du Bas-Sassandra est situé entre les latitudes 4°21' et 6°33 Nord et longitudes 5°57' et 7°35 Ouest. La zone est soumise à un climat de type subéquatorial chaud et humide. Ce climat est caractérisé par une pluviométrie comprise entre 1700 et 2000 mm de pluie par an. Les températures dans ces régions oscillent entre 26 et 28°C et peuvent atteindre 30°C pendant les périodes sèches.

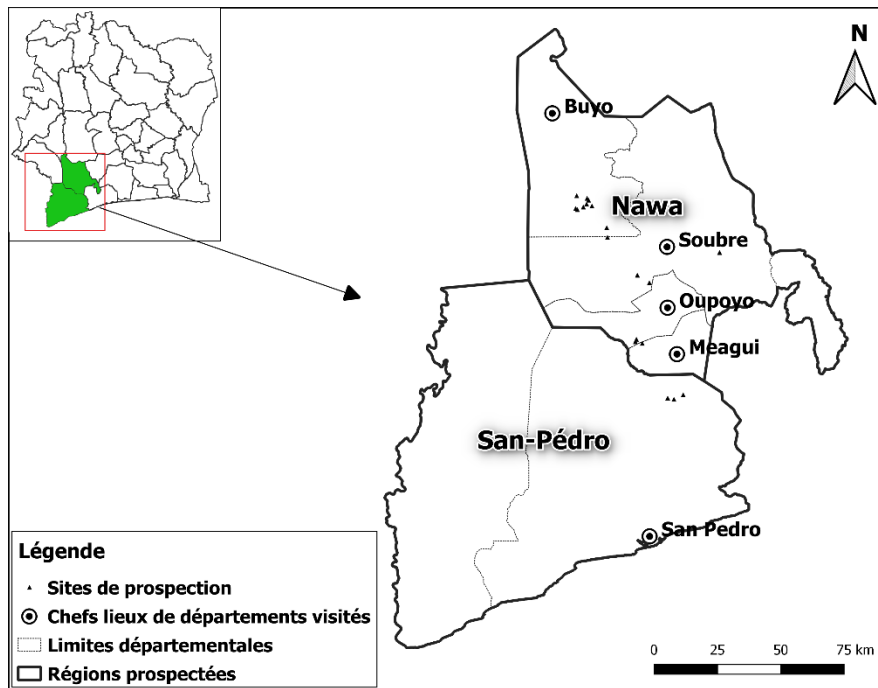


Figure 1 : Sites de collecte d'*Apis mellifera adansonii* dans le district du Bas-Sassandra en Côte d'Ivoire

2-2. Échantillonnage et collecte des données morphométriques

Trente abeilles ouvrières par nids ont été prélevées, de façon aléatoire, dans 17 colonies sauvages et immédiatement conservées dans de l'alcool à 90 %. Le protocole de l'étude morphométrique est basé sur la biométrie de l'abeille [17]. Dans cette veine, 13 caractères morphométriques et un indice zootechnique ont été sélectionnés : la longueur de l'abeille, de la langue, des antennes, du tibia, du fémur, la longueur et largeur du métatarse, la longueur et largeur des ailes antérieures et postérieures droites et la largeur du tomentum, la largeur de la bande jaune sur le deuxième tergite et l'indice cubital. Après dissection, les organes sont montés à la loupe binoculaire (Optika) dotée d'une caméra. L'image est visualisée sur un écran d'ordinateur à l'aide du logiciel vision Optika lite 2.1. Le logiciel a été calibré au millimètre avec un grossissement ($\times 10$).

2-3. Analyse des données

Une matrice de données a été constituée par insecte et par site pour chaque paramètre. Un test de comparaison des colonies d'abeilles a été réalisé par caractère morphologique à l'aide d'une analyse de variance multivariée (MANOVA). Ensuite, les abeilles de couleur jaune ont été comparées aux abeilles de couleur noire à travers un test *t* de Student. Aussi, une analyse de corrélation entre les variables prises deux à deux a été réalisée. Une analyse multifactorielle (Analyse Factorielle Discriminante, AFD) sur les données centrées réduites a ensuite été réalisée pour rechercher les variables les plus discriminantes parmi celles qui ont donné une différence significative entre les sites. Pour confirmer la structuration entre les populations d'abeilles dans le plan factoriel 1 et 2, une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) sur les données centrées réduites a été réalisée. Les données issues de cette étude ont été analysées à l'aide du logiciel XLSAT 2018.

3. Résultats

3-1. Coefficient de variation des paramètres morphologiques

Les statistiques descriptives réalisées sur les 14 caractères morphologiques mesurés sur l'ensemble des abeilles ont révélé des variations généralement faibles à modérées (**Tableau 1a**, **Tableau 1b**). Seul l'indice cubital présente une variabilité assez élevée avec un coefficient de variation (CV) de 26,46 %. Avec un CV variant de 2,6 % à 8,76 %, la longueur de l'abeille, la longueur et la largeur de l'aile antérieure, la longueur et la largeur de l'aile postérieure, la longueur du fémur, la longueur du tibia, la longueur et la largeur du métatarse sont les caractères les moins hétérogènes. La largeur du tomentum et la longueur de la langue ont montré une hétérogénéité modérée ($10 < CV < 15$).

3-2. Variabilité morphologique des abeilles

Les valeurs moyennes des 14 caractères sélectionnés pour examiner l'influence de la zone de provenance sur les caractéristiques morphométriques chez *A. mellifera adansonii* de même que les résultats des tests statistiques effectués sont présentés dans le **Tableau 1a** et le **Tableau 1b**. L'ANOVA met en évidence un effet origine très hautement significatif pour tous les 14 caractères morphométriques sélectionnés (**Tableaux 1a**, **Tableau 1b**). Ces résultats révèlent que la colonie C-Okrouyo a présenté les valeurs les plus faibles pour 11 des 14 paramètres mesurés : la longueur de l'abeille ; longueur de l'aile antérieure ; longueur de l'aile postérieure ; longueur de la langue ; longueur de l'antenne ; largeur aile antérieure ; largeur aile postérieure tandis que la ruche C₂-Pogréagui présente les valeurs les plus élevées pour 9 des 14 paramètres mesurés, et des valeurs intermédiaires à faibles pour les quatre autres paramètres. Aucun des 14 caractères mesurés sur les abeilles ne permet une distinction nette entre les autres colonies d'abeilles. Des caractères de valeurs fortes, intermédiaires et faibles apparaissent variablement chez l'une ou l'autre des 17 colonies étudiées.

Tableau 1a : Valeurs moyennes \pm écart-type, coefficients de variation (CV) et tests statistiques de 14 paramètres morphologiques mesurés dans 17 colonies d'*Apis mellifera adansonii* du district du Bas-Sassandra

Colonies	LoAb		LoAa		LaAa		LoLa		LoAn		LoAp		LaAp	
C-Daoumékro	10,64	\pm 0,68 ^{bc}	7,62	\pm 0,19 ^{bcd}	2,58	\pm 0,07 ^b	4,26	\pm 0,43 ^{cde}	3,59	\pm 0,13 ^{bc}	5,46	\pm 0,14 ^f	1,46	\pm 0,09 ^{abcd}
C-Aloufoukro	10,11	\pm 0,74 ^a	7,68	\pm 0,17 ^{bcd}	2,60	\pm 0,05 ^{bcd}	3,86	\pm 0,35 ^a	3,51	\pm 0,13 ^a	5,41	\pm 0,14 ^{ef}	1,46	\pm 0,08 ^{abcd}
C ₁ -M'Brakro	11,80	\pm 1,15 ^{fg}	7,64	\pm 0,16 ^{abc}	2,62	\pm 0,07 ^{cde}	4,26	\pm 0,46 ^{ab}	3,55	\pm 0,10 ^b	5,32	\pm 0,10 ^{abc}	1,49	\pm 0,05 ^{ef}
C-Okrouyo	10,78	\pm 0,83 ^{abcd}	7,48	\pm 0,16 ^a	2,49	\pm 0,07 ^a	4,09	\pm 0,57 ^{ab}	3,43	\pm 0,12 ^a	5,19	\pm 0,12 ^a	1,43	\pm 0,04 ^a
C ₁ -Morikro	11,75	\pm 1,08 ^{efg}	7,79	\pm 0,18 ^g	2,59	\pm 0,10 ^{abcd}	4,05	\pm 0,33 ^{abc}	3,56	\pm 0,12 ^{abc}	5,47	\pm 0,12 ^f	1,48	\pm 0,08 ^{cdef}
C-Laguikro	11,71	\pm 0,95 ^{ef}	7,71	\pm 0,16 ^{defg}	2,60	\pm 0,07 ^{bcd}	3,99	\pm 0,23 ^{ab}	3,61	\pm 0,12 ^c	5,37	\pm 0,10 ^{bcd}	1,47	\pm 0,07 ^{abcde}
C-Krakro	10,79	\pm 0,90 ^c	7,73	\pm 0,21 ^{fg}	2,60	\pm 0,08 ^{bcd}	4,24	\pm 0,38 ^{cde}	3,57	\pm 0,17 ^{abc}	5,42	\pm 0,12 ^{ef}	1,48	\pm 0,05 ^{cdef}
C ₂ -M'Brakro	10,36	\pm 0,57 ^{ab}	7,79	\pm 0,24 ^g	2,59	\pm 0,05 ^{abc}	4,08	\pm 0,46 ^{bcd}	3,60	\pm 0,22 ^c	5,38	\pm 0,12 ^{bcd}	1,43	\pm 0,08 ^a
C ₃ -M'Brakro	10,28	\pm 0,60 ^{ab}	7,68	\pm 0,21 ^{bcd}	2,59	\pm 0,07 ^{abcd}	4,21	\pm 0,59 ^{cde}	3,52	\pm 0,18 ^{ab}	5,32	\pm 0,11 ^{abc}	1,45	\pm 0,07 ^{abc}
C ₂ -Morikro	11,81	\pm 0,78 ^{fg}	7,70	\pm 0,19 ^{defg}	2,58	\pm 0,06 ^{ab}	4,17	\pm 0,33 ^{bcd}	3,59	\pm 0,16 ^{bc}	5,32	\pm 0,12 ^{ab}	1,49	\pm 0,07 ^{ef}
C ₁ -Yakro	12,10	\pm 0,44 ^g	7,73	\pm 0,20 ^{fg}	2,63	\pm 0,06 ^{de}	4,20	\pm 0,40 ^{bcd}	3,56	\pm 0,13 ^{abc}	5,38	\pm 0,14 ^{cde}	1,47	\pm 0,07 ^{abcde}
C ₂ -Yakro	11,53	\pm 0,65 ^{def}	7,60	\pm 0,27 ^{abc}	2,57	\pm 0,09 ^{ab}	4,09	\pm 0,38 ^{abcd}	3,54	\pm 0,13 ^{abc}	5,32	\pm 0,17 ^{abc}	1,45	\pm 0,09 ^{abc}
C ₃ -Yakro	11,59	\pm 0,51 ^{def}	7,71	\pm 0,20 ^{defg}	2,61	\pm 0,08 ^{bcd}	4,27	\pm 0,40 ^{de}	3,52	\pm 0,16 ^{ab}	5,37	\pm 0,15 ^{bcde}	1,50	\pm 0,08 ^{fg}
C-Touih	11,22	\pm 0,63 ^d	7,58	\pm 0,19 ^b	2,56	\pm 0,07 ^{ab}	4,35	\pm 0,49 ^{ef}	3,60	\pm 0,10 ^c	5,29	\pm 0,09 ^{ab}	1,44	\pm 0,09 ^{ab}
C-N'Zikro	11,64	\pm 0,50 ^{ef}	7,63	\pm 0,17 ^{abcde}	2,56	\pm 0,06 ^{ab}	4,19	\pm 0,40 ^{bcd}	3,58	\pm 0,11 ^{abc}	5,30	\pm 0,12 ^b	1,47	\pm 0,08 ^{abcde}
C ₁ -Pogréagui	11,38	\pm 0,70 ^{de}	7,59	\pm 0,17 ^{ab}	2,56	\pm 0,07 ^{ab}	4,36	\pm 0,44 ^{ef}	3,56	\pm 0,12 ^{abc}	5,34	\pm 0,13 ^{abcd}	1,46	\pm 0,07 ^{abcd}
C-Pogréagui	11,44	\pm 0,57 ^{def}	7,72	\pm 0,21 ^{efg}	2,64	\pm 0,05 ^e	4,54	\pm 0,46 ^f	3,58	\pm 0,10 ^{abc}	5,39	\pm 0,11 ^{de}	1,53	\pm 0,06 ^{fg}
MG	11,23	\pm 0,95	7,67	\pm 0,21	2,60	\pm 0,10	4,19	\pm 0,45	3,56	\pm 0,14	5,36	\pm 0,14	1,47	\pm 0,08
CV(%)	8,44		2,69		3,02		10,71		4,02		2,60		5,28	
F	20,98		5,26		6,78		4,11		5,07		9,00		3,64	
P	< 0,0001		< 0,0001		< 0,0001		0,0005		0,0001		< 0,0001		< 0,0001	

LoAb : longueur de l'abeille ; *LoAa* : longueur de l'aile antérieure ; *LoAp* : longueur de l'aile postérieure ; *LoLa* : longueur de la langue ; *LoAn* : longueur de l'antenne ; *LaAa* : largeur aile antérieure ; *LaAp* : largeur aile postérieure.

Pour chaque variable au sein d'une même colonne, les chiffres suivis de la même lettre sont statistiquement identiques au seuil $\alpha = 0,05$.

Tableau 1b : Valeurs moyennes \pm écart-type, coefficients de variation (CV) et tests statistiques de 14 paramètres morphologiques mesurés dans 17 colonies d'Apis Mellifera adansonii du District du Bas-Sassandra

Colonies	LoFe		LaMe		LoMe		Icu		LaTo		LoTi		LaBj	
C-Daoumékro	2,06	\pm 0,17 ^{ef}	1,05	\pm 0,06 ^{de}	1,64	\pm 0,08 ^{ab}	2,26	\pm 0,26 ^{abcd}	1,35	\pm 0,11 ^{bc}	2,44	\pm 0,09 ^{abcd}	1,38	\pm 0,10 ^e
C-Aloufoukro	2,10	\pm 0,08 ^f	1,02	\pm 0,08 ^{bc}	1,70	\pm 0,05 ^b	2,20	\pm 0,41 ^{abc}	1,38	\pm 0,13 ^{bc}	2,45	\pm 0,07 ^{bcd}	1,37	\pm 0,12 ^{ab}
C ₁ -M'Brakro	2,08	\pm 0,21 ^{ef}	0,98	\pm 0,10 ^a	1,75	\pm 0,08 ^{bc}	2,26	\pm 0,50 ^{abcd}	1,38	\pm 0,15 ^{bc}	2,38	\pm 0,07 ^{ab}	1,35	\pm 0,12 ^{ab}
C-Okrouyo	2,03	\pm 0,21 ^{abcd}	1,02	\pm 0,08 ^{bcd}	1,68	\pm 0,10 ^{abc}	2,46	\pm 0,54 ^{bcde}	1,16	\pm 0,22 ^a	2,36	\pm 0,08 ^a	1,35	\pm 0,08 ^{abc}
C ₁ -Morikro	2,04	\pm 0,18 ^{cdef}	0,98	\pm 0,09 ^a	1,91	\pm 1,11 ^c	2,51	\pm 0,53 ^{cdef}	1,48	\pm 0,10 ^{de}	2,44	\pm 0,11 ^{abcd}	1,35	\pm 0,11 ^{abc}
C-Laguikro	1,93	\pm 0,18 ^{ab}	1,00	\pm 0,07 ^{ab}	1,71	\pm 0,10 ^{abc}	2,56	\pm 0,63 ^{de}	1,46	\pm 0,16 ^{de}	2,43	\pm 0,19 ^{abcd}	1,33	\pm 0,07 ^{abcd}
C-Krakro	2,09	\pm 0,23 ^{ef}	1,04	\pm 0,09 ^{cd}	1,66	\pm 0,12 ^{abc}	2,54	\pm 0,67 ^{def}	1,53	\pm 0,10 ^e	2,42	\pm 0,12 ^{abc}	1,33	\pm 0,07 ^{abcd}
C ₂ -M'Brakro	2,04	\pm 0,20 ^{cdef}	1,04	\pm 0,08 ^{cd}	1,67	\pm 0,09 ^{ab}	2,31	\pm 0,64 ^{bcde}	1,37	\pm 0,20 ^{bc}	2,49	\pm 0,16 ^d	1,32	\pm 0,10 ^{abcd}
C ₃ -M'Brakro	1,97	\pm 0,17 ^{abcd}	1,05	\pm 0,06 ^{de}	1,61	\pm 0,12 ^{ab}	2,49	\pm 0,73 ^{cdef}	1,35	\pm 0,19 ^{bc}	2,45	\pm 0,11 ^{bcd}	1,32	\pm 0,09 ^{bcd}
C ₂ -Morikro	2,01	\pm 0,14 ^{bcde}	1,08	\pm 0,08 ^{de}	1,61	\pm 0,11 ^{ab}	2,53	\pm 0,70 ^{def}	1,38	\pm 0,10 ^{bc}	2,41	\pm 0,17 ^{abcd}	1,32	\pm 0,11 ^{bcd}
C ₁ -Yakro	2,07	\pm 0,19 ^{ef}	1,07	\pm 0,07 ^{de}	1,58	\pm 0,11 ^a	2,04	\pm 0,45 ^a	1,38	\pm 0,15 ^{bc}	2,42	\pm 0,11 ^{abcd}	1,32	\pm 0,09 ^{bcd}
C ₂ -Yakro	2,03	\pm 0,18 ^{cdef}	1,08	\pm 0,09 ^{de}	1,62	\pm 0,10 ^{ab}	2,24	\pm 0,73 ^{abcd}	1,32	\pm 0,20 ^{ab}	2,46	\pm 0,13 ^{bcd}	1,31	\pm 0,09 ^{bcd}
C ₃ -Yakro	2,04	\pm 0,18 ^{cdef}	1,05	\pm 0,08 ^{de}	1,61	\pm 0,11 ^{ab}	2,33	\pm 0,74 ^{abcde}	1,40	\pm 0,14 ^{cd}	2,39	\pm 0,13 ^{ab}	1,31	\pm 0,07 ^{bcd}
C-Touih	1,90	\pm 0,13 ^a	1,07	\pm 0,07 ^{de}	1,59	\pm 0,07 ^a	2,34	\pm 0,68 ^{abcde}	1,39	\pm 0,06 ^{bcd}	2,39	\pm 0,14 ^{ab}	1,30	\pm 0,09 ^{cde}
C-N'Zikro	1,96	\pm 0,16 ^{ab}	1,06	\pm 0,06 ^{de}	1,62	\pm 0,10 ^{ab}	2,59	\pm 0,79 ^f	1,27	\pm 0,25 ^{ab}	2,40	\pm 0,10 ^{ab}	1,28	\pm 0,14 ^{de}
C ₁ -Pogréagui	1,98	\pm 0,11 ^{ab}	1,07	\pm 0,07 ^{de}	1,61	\pm 0,07 ^{ab}	2,14	\pm 0,51 ^{ab}	1,42	\pm 0,09 ^{cd}	2,48	\pm 0,09 ^{cd}	1,28	\pm 0,06 ^{de}
C-Pogréagui	2,06	\pm 0,17 ^{ef}	1,05	\pm 0,06 ^{de}	1,64	\pm 0,08 ^{ab}	2,26	\pm 0,26 ^{abcd}	1,38	\pm 0,08 ^{cd}	2,49	\pm 0,11 ^d	1,26	\pm 0,08 ^a
MG	2,02	\pm 0,17	1,04	\pm 0,08	1,65	\pm 0,30	2,35	\pm 0,63	1,38	\pm 0,16	2,43	\pm 0,13	1,32	\pm 0,10
CV(%)	8,76		8,04		6,50		26,46		12,27		5,17		7,6	
F	8,40		3,00		3,29		5,07		7,00		2,27		2,36	
P	< 0,0001		< 0,0001		< 0,0001		< 0,0001		< 0,0001		0,003		0,002	

Lato : largeur du tomentum ; *LoTi* ; Longueur du tibia ; *LoFe* : longueur du fémur ; *LoMe* : longueur du métatarse ; *LaMe* : largeur du métatarse ; *Icu* : indice cubital *LaBj* : largeur de la bande jaune.

Pour chaque variable au sein d'une même colonne, les chiffres suivis de la même lettre sont statistiquement identiques au seuil $\alpha = 0,05$.

3-3. Coloration des abeilles

Pour le caractère coloration, l'analyse a révélé que 129 individus ont possédé une coloration noire soit 25,3 % de l'ensemble des abeilles étudiées. Par contre 381 abeilles ont possédé une coloration jaune soit 74,7 % de la population étudiée. Ce dimorphisme est apparu dans 70 % des colonies investiguées, cinq colonies n'abritant pas d'abeilles noires. Et le pourcentage des abeilles noires, les moins fréquentes, varie de 0 à 70 % dans les colonies (**Tableau 2**).

Tableau 2 : *Proportion des types d'abeilles dans 17 colonies du district du Bas-Sassandra*

Origine	Types d'abeilles	
	Noir (%)	Jaune (%)
C-Daoumékro	46,67	53,33
C ₁ -Morikro	30	70
C-Aloufoukro	20	80
C ₂ -Morikro	16,67	83,33
C ₁ -M'Brakro	43,33	56,67
C ₁ -Yakro	43,33	56,67
C ₂ -M'Brakro	0	100
C ₂ -Yakro	26,67	73,33
C ₃ -M'Brakro	20	80
C ₃ -Yakro	26,67	73,33
C-Laguikro	36,67	63,33
C-N'Zikro	0	100
C-Krakro	0	100
C ₁ -Pogréagui	70	30
C-Okrouyo	0	100
C ₂ -Pogréagui	0	100
C-Touih	50	50

Trois paramètres permettent de discriminer les abeilles jaunes des abeilles noires (**Tableau 3**): longueur de l'abeille ($t = 1,56, P = 0,04$), longueur de la langue ($t = 2,23, P = 0,02$) et indice cubital ($t = 2,00, P = 0,04$). Pour deux de ces paramètres discriminants (longueur de l'abeille et longueur de la langue), les abeilles noires présentent les valeurs moyennes les plus importantes ($11,37 \pm 0,9$ mm de long et une langue de $4,26 \pm 0,45$ mm pour les abeilles noires contre $11,18 \pm 0,9$ mm de long et une langue de $4,16 \pm 0,44$ mm pour les abeilles jaunes). Cependant l'indice cubital est plus bas chez les abeilles noires que chez les jaunes. Pour les autres paramètres, les abeilles jaunes et noires ont le même profil de réponse.

Tableau 3 : Valeurs moyennes \pm écart-types de 14 paramètres morphologiques recensées chez les abeilles jaunes et noires et résultats de test statistique

Paramètre	Couleur des abeilles		Statistiques	
	Jaune	Noire	<i>t</i>	<i>P</i>
LoAb	11,18 \pm 0,96	11,37 \pm 0,90	1,96	0,05
LoAa	7,66 \pm 0,21	7,68 \pm 0,19	0,89	0,37
LaAa	2,59 \pm 0,08	2,59 \pm 0,07	0,91	0,36
LoAp	5,35 \pm 0,14	5,37 \pm 0,13	1,12	0,26
LoLa	4,16 \pm 0,44	4,26 \pm 0,46	2,23	0,03
LoAn	3,55 \pm 0,15	3,56 \pm 0,12	0,42	0,67
LaAp	1,47 \pm 0,08	1,46 \pm 0,07	1,00	0,32
Lato	1,38 \pm 0,17	1,38 \pm 0,16	0,14	0,88
LoTi	2,43 \pm 0,13	2,44 \pm 0,12	0,62	0,53
LoFe	2,02 \pm 0,19	2,02 \pm 0,14	0,15	0,88
LoMe	1,65 \pm 0,11	1,65 \pm 0,10	0,48	0,63
LaMe	1,04 \pm 0,08	1,05 \pm 0,08	0,64	0,52
Icu	2,38 \pm 0,63	2,26 \pm 0,57	2,00	0,05

LoAb : longueur de l'abeille ; *LoAa* : longueur de l'aile antérieure ; *LoAp* : longueur de l'aile postérieure ; *LoLa* : longueur de la langue ; *LoAn* : longueur de l'antenne ; *LaAa* : largeur aile antérieure ; *LaAp* : largeur aile postérieure ; *Lato* : largeur du tomentum ; *LoTi* : Longueur du tibia ; *LoFe* : longueur du fémur ; *LoMe* : longueur du métatarse ; *LaMe* : largeur du métatarse ; *Icu* : indice cubital.

3-4. Détermination des variables interdépendantes

Des valeurs de corrélation significatives ($> 0,70$) entre variables ont été déterminées entre 4 couples de variables (la largeur et la longueur de l'aile antérieure avec $r = 0,74$; la longueur de l'aile antérieure et la longueur de l'aile postérieure avec $r = 0,71$; la longueur de l'aile postérieure et la largeur du tomentum avec $r = 0,70$; la longueur du métatarse et la largeur du métatarse avec $r = - 0,88$). Par conséquent, le nombre de caractères morphologiques indépendants, ayant servi lors des analyses multivariées est de 11.

3-5. Structuration de la diversité morphologique des abeilles

La nature et le degré de divergence entre les 17 ruches ont été appréciés à travers l'analyse factorielle discriminante (AFD) effectuée à partir des valeurs moyennes de 14 paramètres morpho-quantitatifs. Cette analyse a indiqué que les axes 1 et 2 représentent la plus grande partie de la discrimination, soit 46,58 % de la variance totale et expriment respectivement 26,05 % (Axe 1) et 18,53 % (Axe 2) de la variabilité (**Tableau 4**). L'axe 1 est corrélé aux caractères longueur de l'aile antérieure (0,78) ; largeur de l'aile postérieure (0,60) ; largeur du tomentum (0,81) ; longueur de l'aile antérieure (0,77) alors que l'axe 2 est corrélé à la longueur du fémur (0,68) et la longueur du métatarse (0,70) (**Tableau 4**).

Tableau 4 : Valeurs propres, variance des axes d'analyse des fonctions discriminantes 1 et 2 et poids factoriels des variables quantitatives

Axes	F1	F2	F3	F4
Valeur propre	2,87	2,04	1,83	1,64
Variabilité (%)	26,05	18,53	16,59	14,95
% cumulé	26,05	44,58	61,17	76,12
LoAb	0,33	-0,15	0,71	-0,05
LaBj	-0,24	0,59	0,50	-0,15
LoAa	0,78	0,40	-0,12	0,19
LaAp	0,60	0,30	0,59	-0,33
LaTo	0,81	0,13	-0,08	0,31
LoLa	0,34	-0,52	0,35	-0,48
LoAn	0,77	-0,34	0,01	0,37
Icu	-0,20	0,24	0,39	0,76
LoFe	0,14	0,68	-0,22	-0,59
LoTi	0,55	-0,06	-0,59	-0,21
LoMe	0,03	0,70	-0,14	0,21

LoAb : longueur de l'abeille ; *LaBj* : largeur de la bande jaune ; *LoAa* : longueur de l'aile antérieure ; *LaAp* : largeur aile postérieure ; *LaTo* : largeur du tomentum ; *LoLa* : longueur de la langue ; *LoAn* : longueur de l'antenne ; *Icu* : indice cubital ; *LoFe* : longueur du fémur ; *LoTi* ; Longueur du tibia ; *LoMe* : longueur du métatarse.

Les projections des variables (**Figure 2**) et des individus (**Figure 3**) sur les deux premiers axes ont servi à analyser la structuration de la variabilité des abeilles collectées dans le district du Bas-Sassandra. Le nuage de points (**Figure 3**) montre une structuration des colonies mettant en évidence quatre grands ensembles. Le premier ensemble (I) ne renferme que la colonie C-Alloufoukro, le deuxième ensemble (II) réunit 13 colonies ; C₁-M'Brakro ; C₂-M'Brakro ; C₃-M'Brakro ; C₁-Yakro ; C₂-Yakro ; C₃-Yakro ; C₁-Morikro ; C₂-Morikro ; C-Krakro ; C₂-Pogréagui ; C-Ladjikro, C-N'Zikro ; C-Daoumékro le troisième ensemble (III) rassemble les colonies C1-Pogréagui et C-Touih, enfin, le quatrième ensemble (IV) isole la colonie C-Okrouyo.

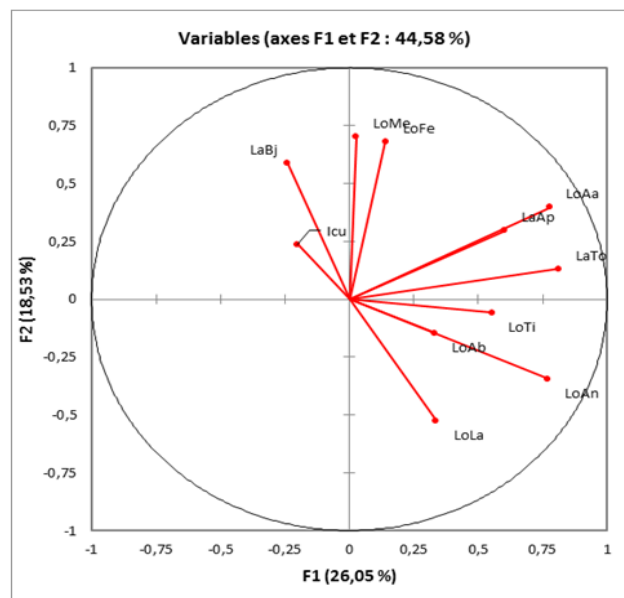


Figure 2 : Projection des variables dans le plan factoriel 1-2 de sur Analyse Factorielle Discriminante (AFD)

LoAb : longueur de l'abeille ; *LoAa* : longueur de l'aile antérieure ; *LoLa* : longueur de la langue ; *LoAn* : longueur de l'antenne ; *LaAp* : largeur aile postérieure ; *LaTo* : largeur du tomentum ; *LoTi* ; Longueur du tibia ; *LoFe* : longueur du fémur ; *LoMe* : longueur du métatarse ; *Icu* : indice cubital ; *LaBj* : largeur bande jaune.

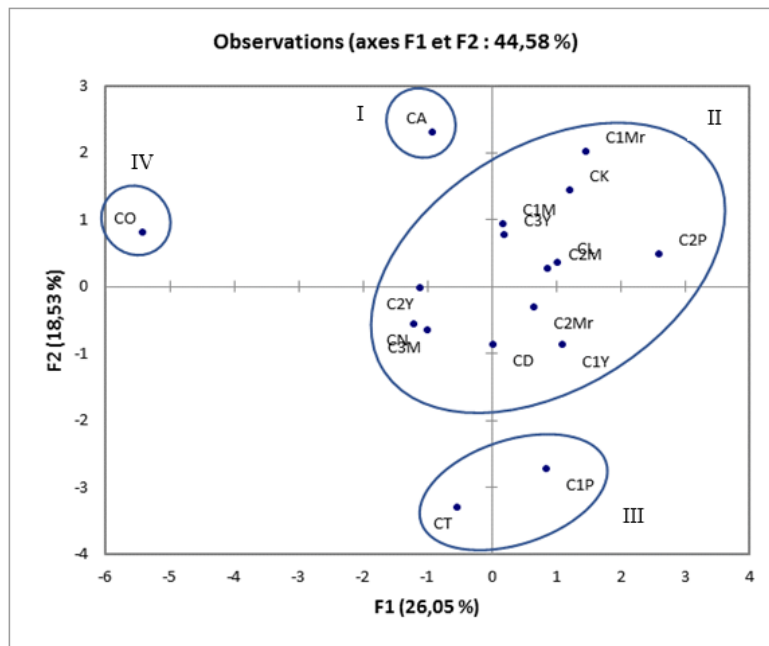


Figure 3 : Représentation des quatre groupes identifiés sur les colonies d'*Apis mellifera adansonii* dans les plans factoriels 1 et 2

C-Alloufoukro, C-Daoumékro, C-Krakro ; C-Ladjikro, C₁-M'Brakro ; C₂-M'Brakro, C₃-M'Brakro, C₁-Morikro, C₂-Morikro, C-N'Zikro, C-Okrouyo, C₁-Pogrégui, C₂-Pogrégui, C-Touih, C₁-Yakro, C₂-Yakro, C₃-Yakro

Les abeilles des ruches du groupe I présentent des fémurs et métatarses longs, une bande jaune large et une langue courte. Les abeilles du groupe II se caractérisent par des valeurs fortes pour la largeur du tomentum, la longueur de l'aile antérieure, la largeur de l'aile postérieure et la longueur de l'antenne. Les abeilles du groupe III, révèlent des fémurs et métatarses courts, une bande jaune peu épaisse et une langue longue. Quant aux abeilles du groupe IV, elles s'identifient par des valeurs faibles pour les largeurs du tomentum et de l'aile postérieure, les longueurs de l'aile antérieure et de l'antenne. La classification ascendante hiérarchique (CAH) basée sur les mêmes caractères morpho-quantitatifs et les mêmes échantillons d'*A. mellifera adansonii* L. a également montré une structuration au sein de l'échantillon en relevant 4 groupes (**Figure 4**). Le groupe I a rassemblé les six colonies C₁-Yakro, C₂-Yakro, C₃-Yakro, C-N'Zikro, C₂-Pogrégui, C₂-M'Brakro. Le groupe II enferme les quatre colonies C-Ladjikro, C₁-Morikro, C₁-M'Brakro et C-Krakro. Le groupe III rassemble les six colonies C₂-Morikro, C₃-Morikro, C-Alloufoukro, C-Daoumékro, C-Touih et C₁-Pogrégui. Enfin le groupe 4 isole la colonie C₁-Okrouyo.

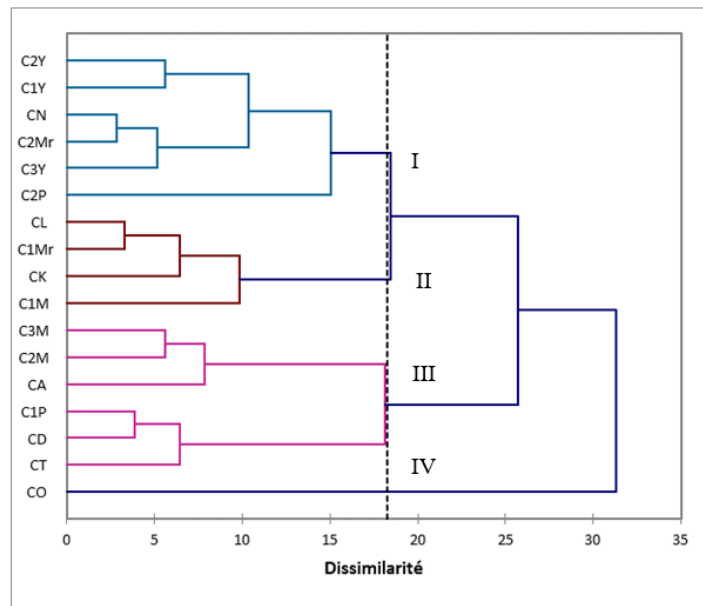


Figure 4 : Dendrogramme des 17 colonies d'*A. mellifera adansonii* basé sur les distances euclidiennes des traits morphologiques [I : Groupe 1 (6 colonies), II : Groupe 2 (4 colonies), III : Groupe 3 (6 colonies), IV : Groupe 4 (1 colonie)]

C-Alloufoukro, C-Daoumékro, C-Krakro ; C-Ladjikro, C₁-M'Brakro ; C₂-M'Brakro, C₃-M'Brakro, C₁-Morikro, C₂-Morikro, C-N'Zikro, C-Okrouyo, C₁-Pogréagui, C₂-Pogréagui, C-Touih, C₁-Yakro, C₂-Yakro, C₃-Yakro

Tableau 5 : Moyennes, écart-type et tests statistiques des variables discriminantes pour les différents groupes obtenus à partir de la CAH

Groupes	LoAb	LaBj	LoAa	LaAp	LaTo	LoAn	LoMe
I	11,69 ± 0,24 ^b	1,35 ± 0,02 ^b	7,71 ± 0,05 ^b	1,48 ± 0,03 ^b	1,46 ± 0,05 ^c	3,57 ± 0,03 ^b	1,71 ± 0,02 ^b
II	11,51 ± 0,48 ^b	1,33 ± 0,03 ^b	7,68 ± 0,06 ^b	1,48 ± 0,01 ^b	1,36 ± 0,06 ^b	3,56 ± 0,03 ^b	1,62 ± 0,04 ^a
III	10,67 ± 0,52 ^a	1,31 ± 0,03 ^{ab}	7,66 ± 0,08 ^b	1,45 ± 0,01 ^{ab}	1,38 ± 0,03 ^b	3,56 ± 0,04 ^b	1,64 ± 0,04 ^a
IV	10,78 ± 0,81 ^{ab}	1,26 ± 0,08 ^a	7,48 ± 0,16 ^a	1,43 ± 0,04 ^a	1,16 ± 0,22 ^a	3,43 ± 0,12 ^a	1,68 ± 0,10 ^{ab}
<i>F</i>	6,76	2,97	3,53	4,53	12,98	6,32	6,13
<i>P</i>	0,005	0,07	0,05	0,02	< 0,001	< 0,01	0,01

LoAb : longueur de l'abeille ; *LaBj* : largeur bande jaune ; *LoAa* : longueur de l'aile antérieure ; *LaAp* : largeur aile postérieure ; *Lato* : largeur du tomentum ; *LoAn* : longueur de l'antenne ; *LoMe* : longueur du métatarse

Le groupe I est caractérisé par des abeilles montrant des modalités fortes pour les caractères morphologiques. Les groupes II et III se caractérisent par des modalités de valeurs fortes, intermédiaires et faibles. Quant aux abeilles du groupe IV, elles expriment des modalités généralement faibles pour les caractères morphométriques étudiés (**Tableau 5**).

4. Discussion

4-1. Variabilité des paramètres morphologiques

Les paramètres de mensurations, de coloration et l'indice zootechnique étudiés ont présenté des coefficients de variation faible ($CV < 25\%$) à l'exception de l'indice cubital qui a présenté un coefficient de variation modéré ($CV = 26,48\%$), ce qui concorde avec la taille élevée d'effectif par colonie. Nos investigations ont

révélé une variabilité importante de notre échantillonnage. La coloration des abeilles a permis d'identifier deux groupes morphologiques distincts : des abeilles de couleur jaune, plus nombreuses, plus fréquentes et présentes dans toutes les colonies et des abeilles noires. Les paramètres morphologiques des abeilles jaunes, sont généralement moins importants que ceux des abeilles noires. Les variations de coloration des abeilles en Côte d'Ivoire ont été signalées depuis longtemps [14, 18 - 20] et plus récemment [15]. L'occurrence de la présence d'abeilles noires plus grandes au sein d'une race d'abeilles habituellement décrites comme étant petites et jaunes pose la question de la clarification taxonomique de ces abeilles noires. Ce morphotype pourrait nous rapprocher des races européennes grandes et noires. Des introductions de races de ce type ont en effet été signalées [16], mais les dimensions courtes de la taille et de la trompe des spécimens récoltés au cours de notre investigation sont loin des standards des races européennes. Par ailleurs, la probable extermination de ces abeilles d'origine étrangère depuis lors par les natives plus agressives limite cette idée de l'origine européenne de ces abeilles noires. De plus, une étude de phylogénie réalisée en Côte d'Ivoire sur des abeilles de 33 colonies des 4 zones agroécologiques du pays [16] a souligné l'absence d'haplotypes de ladite race d'abeilles, toutes les abeilles analysées étaient du même haplogroupe donc certainement de la sous-espèce *A. mellifera adansonii*. Finalement, les abeilles jaunes et noires semblent être des morphotypes différents de la même sous-espèce. Des colonies hétérogènes d'*A. mellifera adansonii* ont d'ailleurs été signalées dans plusieurs pays d'Afrique occidentale [20, 21]. La variabilité, aussi marquée par la présence de nombreux intermédiaires de formes dans presque toutes les ruches, tiendrait son explication dans le degré extrême de panmixie de l'espèce, des fréquentes fusions naturelles [22] et de la grande capacité de dispersion de l'abeille domestique [14]. Le régime de reproduction chez *A. mellifera* autorise l'accouplement entre la reine et plusieurs mâles aux patrimoines génétiques dissemblables, provenant de diverses colonies. Le brassage de gènes de génotypes variés crée ainsi une forte hétérogénéité au sein de la descendance [23]. Aussi, la distribution des tâches chez les ouvrières justifie la présence au sein d'une même ruche d'individus aux paramètres morphométriques variés. Une diversité de mensurations existe ainsi entre les ouvrières affectées à la collecte des ressources alimentaires et celles qui sont destinées à l'entretien du couvain [24]. La MANOVA a permis de mettre en évidence l'effet de la provenance sur les 14 paramètres morphométriques. Ainsi, une grande variabilité est observée entre ruches pour chacun des paramètres étudiés. La colonie C-Okrouyo présente des abeilles de faibles modalités tandis que C₂-Pogréagui présente les plus fortes modalités. Toutes les autres ruches présentent des modalités généralement intermédiaires entre ces deux ruches. Ces variations pourraient être attribuées aux fortes perturbations occasionnées dans la région qui l'ont transformée en agrosystèmes, certaines colonies pourraient souffrir d'un déficit alimentaire qui pourrait avoir affecté les paramètres morphométriques.

4-2. Structuration

Quatre groupes morphologiques ont été révélés par la CAH et l'AFD pour 44,58 % de la variabilité totale permettant d'établir des liens de similarités entre colonies d'une part et des convergences entre les variables, d'autre part. Il a été montré une corrélation entre les caractères morphologiques de l'abeille et des caractères secondaires, les appendices de l'abeilles jouant un rôle important dans les activités de butinage et de pollinisation [25]. Ainsi, la longueur de la langue est étroitement liée aux types floraux butinés, la robustesse des pattes postérieures est associée à une grande faculté de collecte du pollen en raison d'une surface plus grande de la corbeille de collecte du pollen alors que les ailes et un corps de grande taille sont le signe d'une aptitude à aller chercher plus loin les ressources. Le groupe I est caractérisé par des abeilles à fémurs et métatarses longs, une bande jaune large et une langue courte. Les abeilles de ce groupe seraient donc plus adaptées à la collecte d'une quantité de pollen élevée avec une plus grande spécificité vis-à-vis de plantes à petites fleurs, peu profondes. Le groupe II renferme des abeilles présentant des modalités fortes pour la largeur du tomemtum, la longueur de l'aile antérieure, la

largeur de l'aile postérieure et la longueur de l'antenne. Les abeilles du groupe II seraient plus aptes à aller chercher très loin les ressources alimentaires indispensables à leur développement. Le groupe III renferme des abeilles à fémurs et métatarses courts, une bande jaune peu épaisse et une longue langue. Les abeilles de ce groupe bénéficieraient d'un régime varié en raison de leur prédisposition à butiner un large spectre de morphologies florales. Enfin, le groupe IV est constitué d'un ensemble d'abeilles à modalités faibles pour la largeur du tomentum, la longueur de l'aile antérieure, la largeur de l'aile postérieure et la longueur de l'antenne. Les abeilles du groupe IV, soit souffriraient dans leur environnement d'une importante restriction alimentaire (carence alimentaire) justifiant les faibles modalités de tous ces caractères morphologiques, soit elles répondraient justement à une abondance de fleurs dans l'environnement qui ne l'obligerait pas à d'importants efforts physiques capable de marquer la physionomie des individus. Pour une région relativement petite comme la zone d'étude, la différence morphologique marquée pourrait donc traduire une importante fragmentation de la végétation. En effet, l'intensification de l'agriculture dans cette zone a conduit au recul ou à la disparition des écosystèmes naturels de la région [11] affectant de ce fait la disponibilité des ressources majeures. Dans la région, nous distinguons plusieurs situations qui peuvent conduire à une pénurie alimentaire ou aux modifications des ressources florales. Les plantes habituellement butinées ont été détruites, retirées et/ou remplacées par des formes végétales nouvelles et des formes horticoles (*Anacardium occidentale*, *Delonix regia*, *Tectona grandis*, *Rosa sp.*) pas toujours accessibles voire toxiques auxquelles elles ne se sont pas adaptées. Si les pressions anthropiques s'accroissent encore plus sur la région, il est indéniable que l'irrégularité dans l'espace et le temps des ressources qui s'harmonisent alors difficilement avec le cycle biologique des abeilles, pourrait modifier la dynamique des communautés d'abeilles et potentiellement interrompre les relations plantes-pollinisateurs.

5. Conclusion

L'étude de la morphologie des abeilles de colonies sauvages dans le district du Bas-Sassandra montre l'existence d'une variabilité morphologique intracoloniaire et intercoloniaire. Deux types d'abeilles, basés sur la couleur noire ou jaune, ont été observés avec une prédominance d'abeilles jaunes. Quatre groupes morphologiques ont été définis et constitueraient des ressources à gérer pour une meilleure préservation de ce pollinisateur polyvalent. Aussi l'aménagement du territoire rural devait présenter une variabilité de ressources florales pour le maintien des abeilles car certaines colonies sont marquées par l'indisponibilité et la régularité de ressources alimentaires. Enfin, la diversité observée pouvant être perçue comme issue d'un processus d'adaptation à des milieux variés pourrait être prise en compte dans la gestion des systèmes de production apicole.

Références

- [1] - G. C. DAILY and K. ELLISON, *The new economy of nature : the quest to make conservation profitable*, Island Press, Washington, (2002) 260 p.
- [2] - J. OLLERTON, R. WINFREE and S. TARRANT, How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*, 120 (2011) 321 - 326
- [3] - J. BARBIR, F. R. BADENES-PÉREZ, C. FERNÁNDEZ-QUINTANILLA and J. DORADO, The attractiveness of flowering herbaceous plants to bees (Hymenoptera: Apoidea) and hoverflies (Diptera : Syrphidae) in agro-ecosystems of Central Spain, *Agricultural and Forest Entomology*, 17 (2015) 20 - 28
- [4] - R. RADERA, I. BARTOMEUSB, L. A. GARIBALDIC, M. P. D. GARRATTE, B. G. HOWLETT, R. WINFREE, S. A. CUNNINGHAM, M. M. MAYFIELDI, A. D. ARTHURK, G. K. S. ANDERSSON *et al.*, Non-bee insects are

- important contributors to global crop pollination, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113 (1) (2016) 146 - 151
- [5] - A.-M. KLEIN, B. E. VAISSIERE, J. H. CANE, I. STEFFAN-DEWENTER, S. A. CUNNINGHAM, C. KREMEN and T. TSCHARNTKE, Importance of pollinators in changing landscapes for world crops, *Proceedings of the royal society B : biological sciences*, 274 (1608) (2006) 303 - 313
- [6] - E. J. BLITZER, J. GIBBS, M. G. PARK and B. N. DANFORTH, Pollination services for apple depend on functionally diverse wild bee communities, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 221 (2016) 1 - 7
- [7] - N. GALLAI, J. M. SALLES, J. SETTELE and B. E. VAISSIÈRE, Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline, *Ecological economics*, 68 (3) (2009) 810 - 821
- [8] - H. MOURET, Diversité et menaces des abeilles en Rhône-Alpes, *Bulletin de la Société Linnéenne de Lyon*, 2 (2010) 125 - 132
- [9] - N. BRADBPEAR, Le rôle des abeilles dans le développement rural, *Manuel sur la récolte, la transformation des produits et services dérivés des abeilles*, FAO, Rome, (2010) 248 p.
- [10] - E. HAUBRUGE, B. K. NGUYEN, J. WIDART, J.-P. THOME, P. FICKERS and E. DEPAUW, Le dépérissement de l'abeille domestique, *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae): faits et causes probables, *Notes fauniques de Gembloux*, 59 (1) (2006) 3 - 21
- [11] - A. A. OUATTARA, G. I. D. KROUBA, A. C. A. KOUAKOU, A. I. R. ADOPO, P. FAURET, B. COULIBALY, D. KABA, Y. J. J. KOFFI, J. P. ASSI KAUDJHIS and F. COURTIN, Pression anthropique et dynamique paysagère en zone de forêt ivoirienne dans la région de Méagui, *Tropicultura*, 36 (2) (2018) 183 - 194
- [12] - PEMED-CI, Etudes monographiques et économiques des Districts de Côte d'Ivoire : District du Bas-Sassandra, *Note de synthèse*, (2015) 70 p.
- [13] - D. LOBREAU-CALLEN, Comportement d'*Apis mellifera* var. *andansonii* dans deux milieux différents de savane arborée ouest africaine, - *Actes Coll. Insectes SOC.*, 3 (1986) 61 - 71
- [14] - P. FRANCK, L. GARNERY, A. LOISEAU, B. Oldroyd, H. HEPBURN, M. SOLIGNAC and J. M. CORNUET, Genetic diversity of the honey bee in Africa: Microsatellite and mitochondrial data, *Heredity*, 86 (2001) 420 - 430
- [15] - B. A. ASSIELOU, E. N. WANDAN, K. ABO and M. B. IRITIE, Caractérisation morphométrique des abeilles mellifères élevées dans le centre de la Côte d'Ivoire, *European Scientific Journal*, 15 (2016) 155 - 170
- [16] - K. A. S. COULIBALY, K. YEO, M. Z. MAJEED, C. CHEN, W. SHI and C.-S. MA, Insights into the maternal ancestry of Côte d'Ivoire honeybees using the intergenic region COI-COII, *Insect*, 10 (2019) 1 - 10
- [17] - J. FRESNAYE, Biométrie de l'abeille, 2^eed. Echauffour (Orne), Office pour l'Information et la Documentation en Apiculture, (1981) 56 p.
- [18] - R. BORNECK, L'apiculture en Côte d'Ivoire, *Revue Française d'Apiculture*, 344 (1976) 334 - 339
- [19] - M. DOUHET, *L'Apiculture en Côte d'Ivoire : régions Nord et Centre*, Maisons Alfort : GERDAT-IEMVT, France, (1980) 82 p.
- [20] - S. E. RADLOFF, H. R. HEPBURN and S. FUCHS, Ecological and morphological differentiation of the honeybees, *Apis mellifera* Linnaeus (Hymenoptera: Apidae), of west Africa, *African Entomology*, 6 (1) (1998) 17 - 23
- [21] - N. HOUNKPE, G. A. MENSAH, B. KOUTINHOVIN, S. POMALEGNI and G. E. GOERGEN, Typisation des abeilles mellifères dans le Nord Bénin, *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, 58 (2007) 56 - 59
- [22] - H. R. HEPBURN and S. E. RADLOFF, *Honeybees of Africa*, Springer, Berlin, (1998) 370 p.
- [23] - B. J. ECKHOLM, M. H. HUANG, K. E. ANDERSON, B. M. MOTT and G. DEGRANDI-HOFFMAN, Honey bee (*Apis mellifera*) intracolony genetic diversity influences worker nutritional status, *Apidologie*, 46 (2015) 150 - 163
- [24] - A. TOTH and G. ROBINSON, Worker nutrition and division of labour in honeybees, *A nimal behaviour*, 69 (2005) 427 - 435
- [25] - A. M. AJAO, Y. U. OLADIMEJI, A. B. IDOWU, S. K. BABATUNDE and A. OBEMBE, Morphological characteristics of *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) in Kwara State, Nigeria, *International Journal of Agricultural Sciences*, 4 (4) (2014) 171 - 175