

Abondance et diversité de peuplement de bousiers dans trois fermes d'élevage de bovins au centre et au nord de la Côte d'Ivoire

Kouakou Gérard YAO^{1*}, Kouadio Dagobert KRA¹, Koffi Eric KWADJO¹,
Kouamé Kan Sébastien LOUKOU¹, Aubin Silvère Djiwha DANON¹ et Bleu Gondo DOUAN²

¹ Université Nangui Abrogoua, UFR Sciences de la Nature, Laboratoire Unité de Recherche en Entomologie Agricole du Pôle de Production Végétale, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

² Université Peleforo Gon Coulibaly de Korhogo, UFR Sciences Biologiques, Département de Biologie Animale, BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire

(Reçu le 05 Juillet 2021 ; Accepté le 15 Août 2021)

* Correspondance, courriel : kouakougerard44@gmail.com

Résumé

Les bousiers protègent les bétails contre les parasites par la décomposition des excréments. Le présent travail a pour objectif de déterminer l'abondance et la diversité de cette faune coprophage dans les fermes bovines. Pour mener cette étude, des pièges à bouse ont été utilisés pour la capture des bousiers dans trois différentes fermes d'élevage situées dans trois localités différentes à savoir Toumodi, Yamoussoukro et Mankono. Chaque ferme est constituée de deux parties : une partie pâturée par les animaux et une partie non pâturée ou zone forestière. Dans chaque ferme, trois pièges ont été posés dans la partie pâturée et trois autres dans la partie non pâturée. Cette méthode a permis de collecter au total 26823 individus regroupés en quatre familles, cinq sous-familles, 37 genres et 58 espèces. La ferme de Yamoussoukro a été plus abondante en bousiers avec $1195 \pm 25,34$ individus en moyenne tandis que la ferme de Toumodi a été plus riche en espèce avec 46 espèces identifiées. L'espèce *Sisyphus shaeffery* a dominé en nombre dans les trois fermes. Les zones pâturées ont été plus abondantes et plus diversifiées en bousiers que les zones non pâturées dans les trois fermes étudiées. Une similarité a été observée entre les localités de Toumodi et Mankono quant à leur composition spécifique. Par ailleurs, le plus grand nombre de bousiers a été collecté pendant la saison pluvieuse durant l'année.

Mots-clés : Coléoptères bousiers, Insectes, abondance, diversité, richesse spécifique.

Abstract

Abundance and diversity of dung beetle's settlement in three cattle ranches in the center and northern of the Ivory Coast

The dung beetles protect the cattle against the parasites by the decomposition from the excrements. This work aims to determine the abundance and the diversity of dung beetle's fauna in the cattle ranches. Dung beetles were captured using baited pitfall trap in three different cattle ranches located in Toumodi, Yamoussoukro and Mankono. Each ranch is divided in two parts : a part grazed by the animals and a not

grazed part or forest. In each ranch, three traps were posed in the grazed part and three others in the not grazed part. This method permit to collect 26823 dung beetles divided in four families, five subfamilies, 37 genera and 58 species. The ranch of Yamoussoukro was more abundant in dung beetles with $1195 \pm 25,34$ individuals on average while the farm of Toumodi was richer in species with 46 identified species. The species *Sisyphus shaeffery* dominated in a number in the three ranches. The grazed part more abundant and were diversified in dung beetles than the not grazed part in the three ranches. A similarity was observed between the localities of Toumodi and Mankono as for their specific composition. In addition, the greatest number of dung beetles was collected during the rainy season during the year.

Keywords : *Dung beetles, Insects, abundance, diversity, specific richness.*

1. Introduction

En Côte d'Ivoire, les productions animales (élevage et pêches) ont une place marginale dans l'économie car elles ne contribuent qu'à hauteur de 2,9 % du produit intérieur brut (PIB) total [1]. Afin de stimuler le développement de l'élevage, l'Etat ivoirien avait opéré à partir des années 1970, d'importants investissements publics dans ce secteur à travers la création de la Société de Développement des Productions animales (SODEPRA), le financement de projets d'encadrement et de développement de l'élevage et la création d'infrastructures agro-pastorales notamment dans la région Nord du pays. Ces actions ont permis un accroissement substantiel de la production de viande et la vaccination des animaux contre les maladies réputées contagieuses (peste bovine, péripneumonie contagieuse bovine, peste des petits ruminants, etc.). Cependant, malgré les nombreux efforts de l'Etat pour améliorer la production, force est de constater que la Côte d'Ivoire est encore fortement dépendante de l'extérieure avec un taux d'importation de 16 % en viande bovine et plus de 80 % de la demande en lait et produits laitiers [2]. Cette situation est due à de nombreuses contraintes qui sont à la fois alimentaires, sociales et sanitaires. Parmi ces contraintes, le parasitisme par les tiques et les mouches vectrices de maladies occupent une place de choix. En effet, l'infestation par ces agents entraîne un retard de croissance, une perte de poids [3], une spoliation sanguine et la transmission d'agents pathogènes responsables de maladies telles que les rickettsioses et la cowdriose animales dont la gravité s'exprime par une mortalité souvent élevée.

Le développement efficace de l'élevage bovin en Côte d'Ivoire passe donc nécessairement par une application régulière de protocoles sanitaires (vaccinations, détiqage, déparasitage interne, etc.) des animaux contre ces agents et les maladies qu'elles transmettent [4]. Des études menées sur la toxicité des insecticides Ivermectine et Praziquantel ont montré que ces produits vétérinaires utilisés pour prévenir ou guérir les infections parasitaires des troupeaux pouvaient avoir des effets nuisibles sur l'environnement et en particulier sur la faune coprophage [5, 6]. Or, les bousiers, avec leur activité fousseuse empêchent 80 % de l'azote d'un excrément de retourner dans l'atmosphère si celui-ci est rapidement incorporé après son émission. Les bousiers préviennent une partie de cette perte due à la volatilisation sous forme d'ammoniac (NH_3) et ils améliorent la fertilité des sols en augmentant la quantité d'azote disponible pour les plantes [7]. On note aussi l'augmentation de la concentration en nutriments (N, P, K, Ca et Mg) dans les sols du fait de l'activité des bousiers [8]. Leur activité peut entraîner une augmentation du PH du sol et de sa capacité d'échange, sans modification de la teneur en humus [9]. Face à l'ensemble de ces constats, il y a lieu de s'interroger sur la nature des molécules antiparasitaires utilisées par les éleveurs et quelle sera la sensibilité de cette faune coprophage face à ces molécules. Le succès d'un tel travail passe par l'identification des différentes espèces de bousiers utilisant les excréments des bovins. C'est pourquoi il s'est avéré nécessaire de mener une étude dans une région où les activités de l'élevage sont très développées. L'objectif de ce travail est d'identifié les différentes espèces de Coléoptères bousiers tout en déterminant leur abondance et diversité dans les zones d'élevage de bovins.

2. Matériel et méthodes

2-1. Matériel

Le matériel d'étude se compose d'un appareil GPS (Global Positioning System) (Garmin 60 CSx) pour relever les données géographiques, tracer les itinéraires et marquer les différents sites de pose des pièges à bouses constitués de seau et de bouse. Un tamis a servi pour le tamisage des échantillons. Une loupe binoculaire stereo microscope (BYO ST-11) de grossissement 40 et des clés d'identifications [10 - 12] ont servi pour l'identification des insectes. Ces insectes ont été conservés dans des piluliers contenant de l'alcool 70 % après identification.

2-2. Méthodes

2-2-1. Site d'étude

La ferme Djera Production est située à 190 km d'Abidjan dans la sous-préfecture de Kpouebo dans le département de Toumodi (Région du Bélier) et le Centre de Sélection Bovine est situé à environ 24 km de Yamoussoukro sur l'axe Yamoussoukro-Bouaflé. Ces sites appartiennent à une zone située entre les longitudes 5°24'W et 5°0'W et les latitudes 6°40'N et 7°12'N [13]. Le climat se caractérise par une température moyenn de 28° C et une pluviométrie annuelle moyenne qui varie de 1000 à 1400 mm dont l'essentiel se répartit entre deux saisons des pluies, d'avril à juin considérée comme la grande saison des pluies, et de septembre à octobre comme la petite saison des pluies séparées par deux saisons sèches [14]. La Société Agropastorale Youssouf Fofana (SAFY) est située dans la région du Béré à environ 25 km de Mankono. La région du Béré est soumise à un climat de type soudano-guinéen qui comprend une saison humide et une saison sèche. La saison humide s'étend sur plus de la moitié de l'année (Avril à Octobre) et les plus grosses pluies ont lieu de Juillet à Septembre, en dehors de cette période, l'atmosphère est sèche dominée par l'Harmattan. La température moyenne annuelle du Béré est de 26,1° C et les précipitations moyennes de 899,6 mm de pluie. Après l'agriculture, l'élevage est depuis peu principalement du domaine des populations autochtones qui possèdent de grands troupeaux de bovins, ovins, porcins, caprins et volailles [15]. Le centre et le nord du pays sont les zones où l'élevage est beaucoup plus développé contrairement au Sud où l'élevage est marginal. Ces zones sont favorables au développement de l'élevage, en particulier l'aviculture et la boviniculture. Cette étude a été effectuée sur les sites d'élevage modernes car ils possèdent des pâturages délimités. Le système d'élevage est sédentaire moderne et les applications des protocoles sanitaires sont respectées. Dans chaque localité, deux sites ont été choisis pour l'échantillonnage. Un site avec élevage appelé zone pâturé et un autre sans élevage appelé zone forêt distant du premier site de 500 mètres (*Figure 1*).

2-2-2. Echantillonnage des insectes

La collecte des insectes s'est déroulée de mars 2019 à février 2020 en raison d'un échantillonnage par mois. Le dispositif expérimental des pièges couvre une superficie de 7500 m². Sur ce dispositif, trois transects de 100 m espacés de 25 m ont été tracés. Un piège a été posé en début (0 m) du premier transect, un autre à 50 m du deuxième et le dernier à 100 m du troisième (*Figure 2*). Le seau est enfoncé dans le sol de sorte que le rebord coïncide avec la surface du sol. De la bouse fraîche de bœuf, attachée dans un tissu est suspendue sur le seau. Les bousiers attirés par l'odeur de la bouse, voulant s'en servir tombent dans le seau contenant un mélange d'eau savonneuse et du sel et sont noyés (*Figure 3*). La bouse utilisée est préalablement collectée dans les étables sur chaque site tôt le matin à 7 heures avant la pose des pièges. Le même dispositif a été répété dans la zone forestière et dans la zone pâturée de chaque localité. Les insectes capturés par les pièges ont été récolté 48 heures après la pose de ces pièges. Ensuite, quinze (15) excréments ont été collectés de façon aléatoire sur chaque site à l'aide d'une truelle ou d'une machette et ont été plongés

dans un seau d'eau remplie à la moitié de son volume. Les insectes flottants sont collectés à l'aide d'un tamis et d'une pince ensuite mis dans des boîtes contenant de l'alcool dilué à 70 %. Le logiciel STATISTICA 7. 1 a été utilisé pour les analyses statistiques. Les analyses de variance (ANOVA) à un facteur et le test de Turkey (test post-hoc) ont été utilisées pour tester la significativité entre les données relatives à l'abondances moyenne des Coléoptères bousiers en espèce entre les sites d'échantillonnage, les zones pâturées et les zones forestières. Quand le test de Levene indique que la distribution n'est pas homogène, des tests non paramétriques ont été faits à l'aide des tests de Wilcoxon pour deux échantillons et de Friedman, pour plus de deux échantillons. Les indices de diversité que sont l'indice de Shannon (H), la régularité (E) et l'indice de similarité de Sorensen ont été calculés à l'aide du logiciel Paleontological Statistics (PAST) 3.11. La richesse spécifique (S) a été obtenue par un simple dénombrement des espèces de chaque localité.

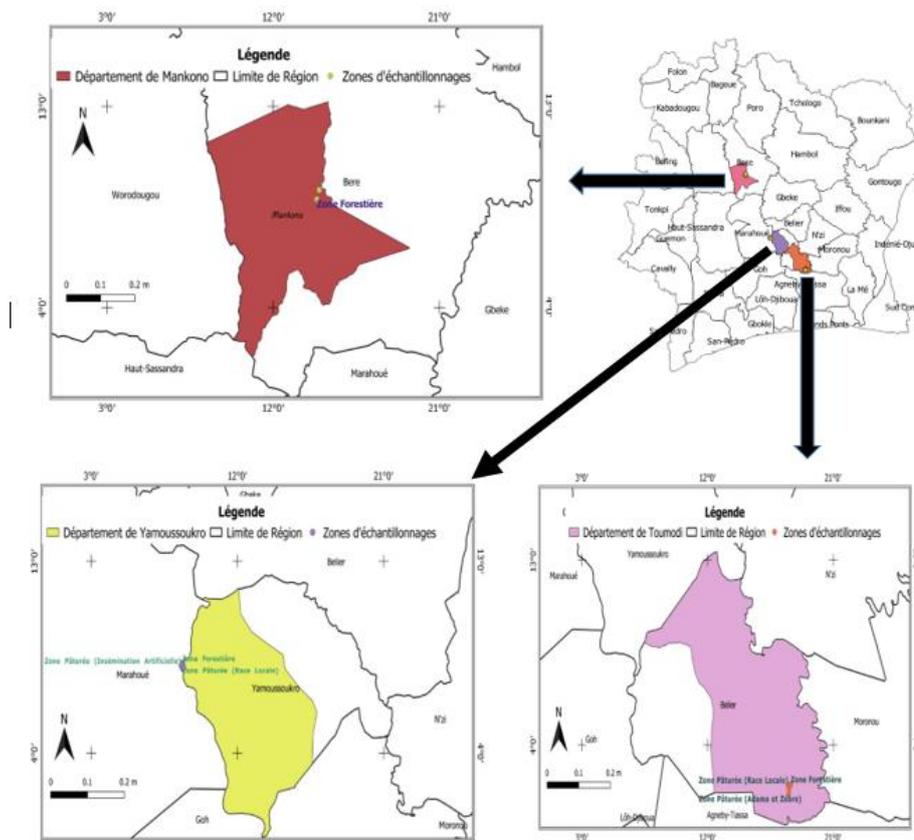


Figure 1 : Site d'échantillonnage des Coléoptères coprophages

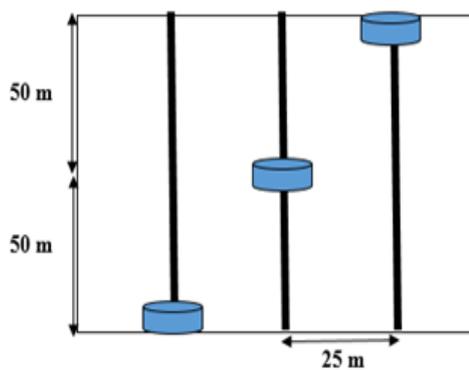


Figure 2 : Dispositif expérimental des pièges sur les transect



Figure 3 : Matériel de collecte des bousiers

3. Résultats

3-1. Structure taxonomique générale

Au total, 26823 individus soit $2235,25 \pm 29,27$ individus en moyenne ont été collectés sur les trois localités repartis en 58 espèces, 33 genres, 5 sous-familles et 4 familles. Ainsi, on a la sous-famille des Scarabaeinae et des Coprinae appartenant à la famille des Scarabaeidae, la sous-famille des Geotrupinae appartenant à la famille des Geotrupidae ensuite, la sous-famille des Aphodiinae appartenant à la famille des Aphodiidae et enfin la sous-famille des Troginae appartenant à la famille des Trogidae. Les Scarabaeidae sont les plus abondants en nombre d'espèces (48 espèces à Toumodi, 39 espèces à Yamoussoukro et 40 espèces à Mankono) suivi des Aphodiidae avec (14 espèces à Toumodi, 13 espèces à Yamoussoukro et 14 espèces à Mankono) ensuite, les Geotrupidae avec (4 espèces à Toumodi, 1 espèces à Yamoussoukro et 3 espèces à Mankono) et enfin les Trogidae avec seulement 2 espèces à Mankono.

3-2. Comparaison des abondances moyennes de bousiers entre les trois localités

En moyenne $535,42 \pm 16,97$ Coléoptères bousiers ont été collectés à Toumodi, $1195 \pm 25,34$ bousiers en moyenne à Yamoussoukro et $505,17 \pm 18,80$ bousiers en moyenne Mankono. La comparaison des abondances moyennes des bousiers entre les trois localités par l'analyse de variance à un facteur montre une différence très hautement significative ($p = 0,00$) (**Figure 4**). Il y a eu significativement plus de Coléoptères collectés à Yamoussoukro.

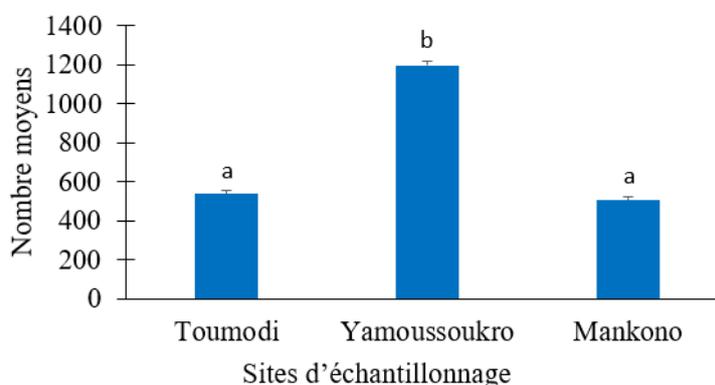


Figure 4 : *Abondances moyennes des bousiers au niveau des trois localités*

Les valeurs moyennes ± erreur standard avec les lettres semblables ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %

3-3. Comparaison des abondances moyennes de bousiers entre les deux zones des trois localités

En zone pâturée, il a été collecté en moyenne, $401 \pm 52,25$ Coléoptères bousiers à Toumodi, $1162,08 \pm 184,32$ à Yamoussoukro et $330,58 \pm 78,29$ à Mankono. La comparaison des abondances moyennes des bousiers entre les trois localités par l'analyse de variance à un facteur montre une différence très hautement significative ($p = 0,00$). Les bousiers ont été plus collectés à Yamoussoukro. Concernant la zone forestière, il a été collecté en moyenne $134,42 \pm 10,74$ Coléoptères bousiers à Toumodi, $32,92 \pm 4,88$ à Yamoussoukro et, $174,25 \pm 12,48$ à Mankono. La comparaison des abondances moyennes des Coléoptères bousiers entre les trois localités par l'analyse de variance à un facteur montre une différence très hautement significative ($p = 0,00$). Il y a eu plus de coléoptères collectés à Mankono. Les abondances moyennes des Coléoptères bousiers varient d'une zone à une autre.

3-4. Nombre d'espèces collectées à Toumodi

En zone pâturée, 44 espèces de bousiers ont été obtenues. L'espèce *Euoniticellus fulvus* domine en nombre d'individus, suivie des espèces *Sisyphus shaeffery* et *Digitonthophagus gazella* toutes appartenant à la famille des Scarabaeidae. Dans la famille des Geotrupidae, c'est l'espèce *Trypocopris pyrenaeus* qui domine en nombre d'individus suivie de l'espèce *Trypocopris vernalis*. Concernant la famille des Aphodiidae, c'est l'espèce *Melinopterus sphaelatus* qui domine en nombre d'individus (**Tableau 1**). En zone forestière, à la ferme Djera Production de Toumodi, 22 espèces de bousiers ont été obtenues. L'espèce *Sisyphus shaeffery* domine en nombre d'individus, suivie des espèces *Diastellopalpus johnstoni* et *Tiniocellus spinipes* toutes appartenant à la famille des Scarabaeidae. Concernant la famille des Aphodiidae, plus d'individus ont été obtenus avec l'espèce *Aphodius rufipes* (**Tableau 2**).

3-5. Nombre d'espèces collectées à Yamoussoukro

En zone pâturée, 39 espèces de bousiers ont été obtenues. *Sisyphus shaeffery* est l'espèce numériquement dominante en individus, suivie des espèces *Tiniocellus spinipes* et *Euoniticellus fulvus* toutes appartenant à la famille des Scarabaeidae. *Trypocopris vernalis* est la seule espèce de la famille des Geotrupidae collectée dans cette localité. *Melinopterus sphaelatus* est l'espèce qui domine en nombre d'individus dans la famille des Aphodiidae (**Tableau 1**). En zone forestière, 14 espèces de bousiers en moyenne ont été obtenues. *Sisyphus shaeffery* est l'espèce numériquement dominante en individus, suivie des espèces *Tiniocellus spinipes* et *Diastellopalpus johnstoni* toutes appartenant à la famille des Scarabaeidae. *Melinopterus sphaelatus* est l'espèce qui domine en nombre d'individus dans la famille des Aphodiidae (**Tableau 2**).

3-6. Nombre d'espèces collectées à Mankono

En zone pâturée, 38 espèces de bousiers ont été collectées. *Sisyphus shaeffery* est l'espèce numériquement dominante en nombre d'individus, suivie des espèces *Tiniocellus spinipes* et *Euoniticellus fulvus* toutes appartenant à la famille des Scarabaeidae. L'espèce *Trypocopris pyrenaeus* est la plus représentée en nombre d'individus chez les Geotrupidae. *Melinopterus sphaelatus* est plus représentée dans la famille des Aphodiidae. *Trox sabulosus* est la seule espèce de la famille des Trogidae obtenue dans cette localité (**Tableau 1**). En zone forestière, 21 espèces de bousiers en moyenne ont été collectées. *Tiniocellus spinipes* est l'espèce numériquement dominante en nombre d'individus, suivie des espèces *Sisyphus shaeffery* et *Diastellopalpus johnstoni* toutes appartenant à la famille des Scarabaeidae. *Bodilopsis rufa* est plus représentée dans la famille des Aphodiidae. *Trox sabulosus* est la seule espèce de la famille des Trogidae obtenue dans cette localité (**Tableau 2**). Dans la famille des Geotrupidae, aucune espèce n'a été collectée dans les trois localités.

Tableau 1 : Espèces de Coléoptères bousiers collectées en zone pâturée dans les trois localités

Familles	Espèces	Toumodi	Yamousoukro	Mankono
Scarabaeidae	<i>Anachalcos convexus</i>	0	0	1
	<i>Aptyconitis anomalus</i>	1	0	3
	<i>Caccobius obtusus</i>	4	3	0
	<i>Copridapridus perigrinus</i>	0	2	0
	<i>Copris lunaris</i>	13	110	147
	<i>Copris umbilicatus</i>	30	135	249
	<i>Diastellopalpus johnstoni</i>	0	4	0
	<i>Digitonthophagus gazella</i>	599	121	360
	<i>Drepanocerus kirbyi</i>	30	41	37
	<i>Euoniticellus fulvus</i>	916	596	61
	<i>Euonthophagus carbonarius</i>	30	53	52
	<i>Garreta azureus</i>	32	2	0
	<i>Hyalonthophagus alcyon</i>	0	7	0
	<i>Metacartharsius ferrugineus</i>	63	0	0

Tableau 1 (suite)

	<i>Mimonthophagus apicehirtus</i>	3	0	2
	<i>Neosisyphus mirabilis</i>	3	56	17
	<i>Onthophagus binodius</i>	4	8	0
	<i>Onthophagus coenobita</i>	60	172	11
	<i>Onthophagus cornifrons</i>	124	120	15
	<i>Onthophagus furcatus</i>	8	18	40
	<i>Onthophagus grossepunctatus</i>	54	4	21
	<i>Onthophagus impressicollis</i>	1	2	0
	<i>Onthophagus oblicus</i>	4	27	60
	<i>Onthophagus semiflavus</i>	1	0	0
	<i>Onthophagus vacca</i>	9	0	7
	<i>Onthophagus nuchicornis</i>	1	0	1
	<i>Onthophagus verticicornis</i>	0	0	1
	<i>Paraphytus africanus</i>	0	0	0
	<i>Pedaria sobrina</i>	0	1	0
	<i>Pleuronitis fulgidus</i>	1	1	0
	<i>Proagoderus auratus</i>	2	0	0
	<i>Proagoderus dives</i>	0	2	0
	<i>Proagoderus furcifer</i>	0	0	3
	<i>Proagoderus lanista</i>	9	32	0
	<i>Proagoderus tersidorsis</i>	127	50	18
	<i>Pseudochironitis bennigseni</i>	33	203	33
	<i>Sarophorus costatus</i>	1	0	0
	<i>Sarophorus latus</i>	8	0	1
	<i>Sisyphus shaeffery</i>	828	6251	1174
	<i>Tiniocellus spinipes</i>	412	3153	995
	<i>Tomogonus crassus</i>	0	1	0
Geotrupidae	<i>Geotrupes mutator</i>	4	0	2
	<i>Trypocopris pyrenaeus</i>	21	0	20
	<i>Trypocopris vernalis</i>	14	9	6
	<i>Typhaeus tyuphoeus</i>	1	0	0
Aphodiidae	<i>Acanthobodilus immundus</i>	5	1	2

Tableau 1 (suite)

	<i>Agolius abdominalis</i>	0	1	0
	<i>Ammoecis elevatus</i>	0	1	0
	<i>Aphodius ater</i>	739	447	122
	<i>Aphodius granarius</i>	70	347	48
	<i>Aphodius limarus</i>	0	0	25
	<i>Aphodius rufipes</i>	102	168	52
	<i>Bodilopsis rufa</i>	30	52	36
	<i>Bodilopsis sordita</i>	44	27	13
	<i>Melinopterus sphaelatus</i>	175	1169	244
	<i>Melinopterus prodomus</i>	193	548	86
	<i>Oxyomus sylvestris</i>	3	0	1
Trogidae	<i>Trox sabulosus</i>	0	0	1

Tableau 2 : Espèces de Coléoptères bousiers collectées en zone forêt dans les trois localités

Familles	Espèces	Toumodi	Yamoussoukro	Mankono
Scarabaeidae	<i>Anachalcos convexus</i>	43	25	61
	<i>Caccobius obtusus</i>	0	0	37
	<i>Copris lunaris</i>	33	0	16
	<i>Copris umbilicatus</i>	41	0	7
	<i>Diastellopalpus johnstoni</i>	202	47	168
	<i>Digitonthophagus gazella</i>	0	1	8
	<i>Euoniticellus fulvus</i>	7	13	0
	<i>Evonthophagus carbonarius</i>	12	0	103
	<i>Hyalonthophagus alcyon</i>	0	0	4
	<i>Mimonthophagus apicehirtus</i>	3	0	0
	<i>Neosisyphus mirabilis</i>	1	1	0
	<i>Onthophagus cornifrons</i>	2	0	2
	<i>Onthophagus grossepunctatus</i>	6	0	52
	<i>Onthophagus impressicollis</i>	10	0	0
	<i>Paraphytus africanus</i>	0	1	0
	<i>Proagoderus auratus</i>	6	0	16
	<i>Proagoderus furcifer</i>	0	1	0
	<i>Proagoderus lanista</i>	19	0	8
	<i>Proagoderus tersidorsis</i>	26	5	21
	<i>Pseudochironitis bennigseni</i>	48	2	2
<i>Sisyphus shaeffery</i>	881	215	672	
<i>Tiniocellus spinipes</i>	193	59	810	
Aphodiidae	<i>Aphodius ater</i>	6	0	5
	<i>Aphodius granarius</i>	2	0	0
	<i>Aphodius rufipes</i>	34	6	2
	<i>Bodilopsis rufa</i>	28	2	81
	<i>Melinopterus sphaelatus</i>	10	17	1
Trogidae	<i>Trox sabulosus</i>	0	0	15

3-7. Indices de diversité des Coléoptères bousiers des trois localités

Le calcul de l'indice de Shannon a montré que la diversité est relativement élevée en zone pâturée qu'en zone de forêt pour les trois localités étudiées. Ainsi, la plus forte diversité a été obtenue en zone pâturée à Toumodi (2,52) et la plus faible en zone de forêt à Yamoussoukro (1,52). Concernant la richesse spécifique, le plus grand nombre d'espèce a été obtenue à Toumodi en zone pâturée (48 espèces) et la plus faible à Yamoussoukro en zone de forêt (14 espèces). Par ailleurs, les indices de l'équitabilité sont sensiblement égaux d'une localité à une autre. Sa faible valeur indique une mauvaise équi-répartition des espèces entre les différentes localités (**Tableau 3**).

Tableau 3 : Diversité des espèces de bousiers estimée par l'indice de Shannon (H') et richesse spécifique

Indices de diversités	Sites					
	Toumodi		Yamoussoukro		Mankono	
	Zone pâturée	Zone forêt	Zone pâturée	Zone forêt	Zone pâturée	Zone forêt
S	44	22	39	14	38	21
H'	2,52	1,71	1,88	1,52	2,3	1,74
E	0,28	0,25	0,17	0,33	0,26	0,27

S : richesse spécifique, *H'* : indice de diversité de Shannon, *E* : indice d'équitabilité

3-8. Répartition des Coléoptères bousiers au cours de l'année dans les deux la zones des trois localités

Durant l'année d'échantillonnage (mars 2019 à février 2020), dans les trois localités, l'abondance a varié d'une localité à une autre tant en zone pâturée qu'en zone forestière. A Toumodi, le mois de mai qui correspond à la grande saison des pluies, a été le mois où plus d'individus ont été collectés et les autres mois où moins d'individus ont été collectés. A Yamoussoukro, le mois d'avril qui correspond à la grande saison des pluies, et le mois de septembre et novembre correspondant à la petite saison des pluies, ont été les mois où plus d'individus ont été collectés. Les autres mois ont été les mois où moins d'individus ont été collectés. A Mankono, le mois de juillet qui correspond à la saison humide, a été le mois où plus d'individus ont été collectés et les autres mois où moins d'individus ont été collectés. Les analyses statistiques montrent une différence significative à Toumodi ($p = 0,04$), Yamoussoukro ($p = 0,0008$), Mankono ($p = 0,00$) entre les effectifs moyens selon les mois d'échantillonnage (**Figure 5B, 6D et 7F**).

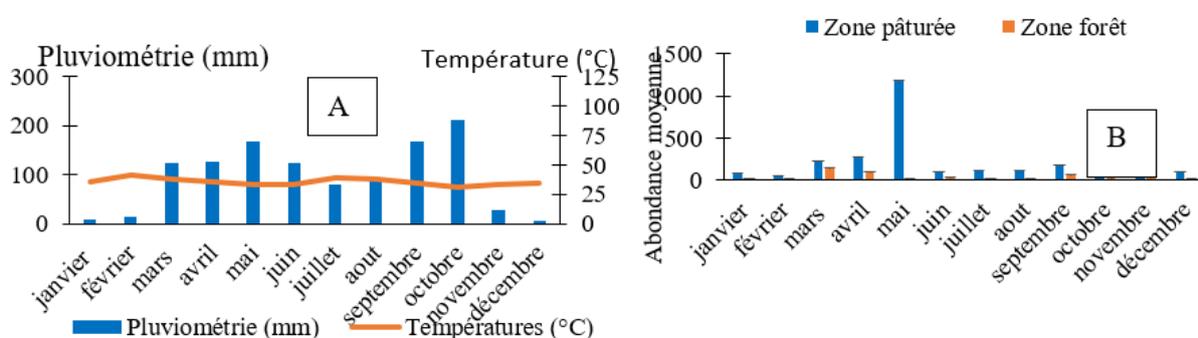


Figure 5 : Répartition des Coléoptères bousiers en fonction de la pluviométrie et de la température (A et B : Diagramme ombrothermique et abondance moyenne de la zone pâturée et celle de la forêt de Toumodi)

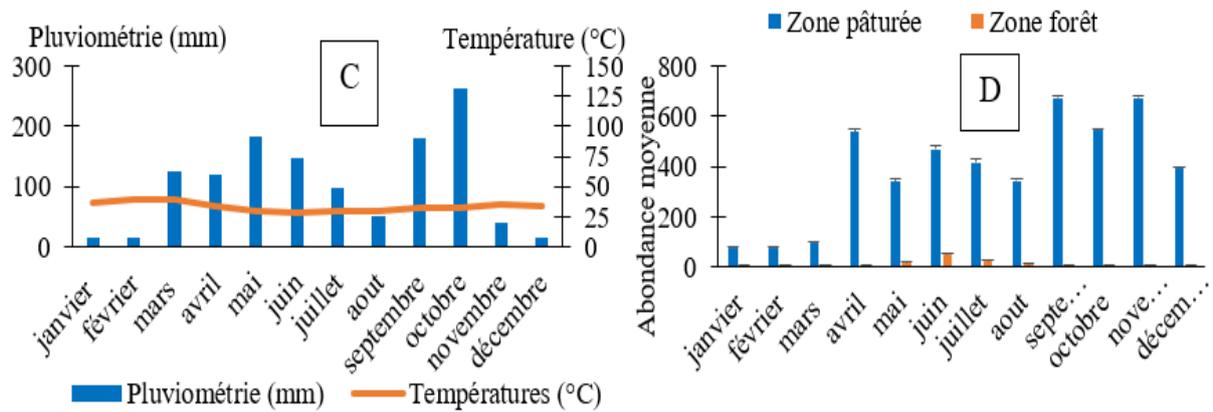


Figure 6 : Répartition des Coléoptères bousiers en fonction de la pluviométrie et de la température (C et D: Diagramme ombrothermique et abondance moyenne de la zone pâturée et celle de la forêt de Yamoussoukro)

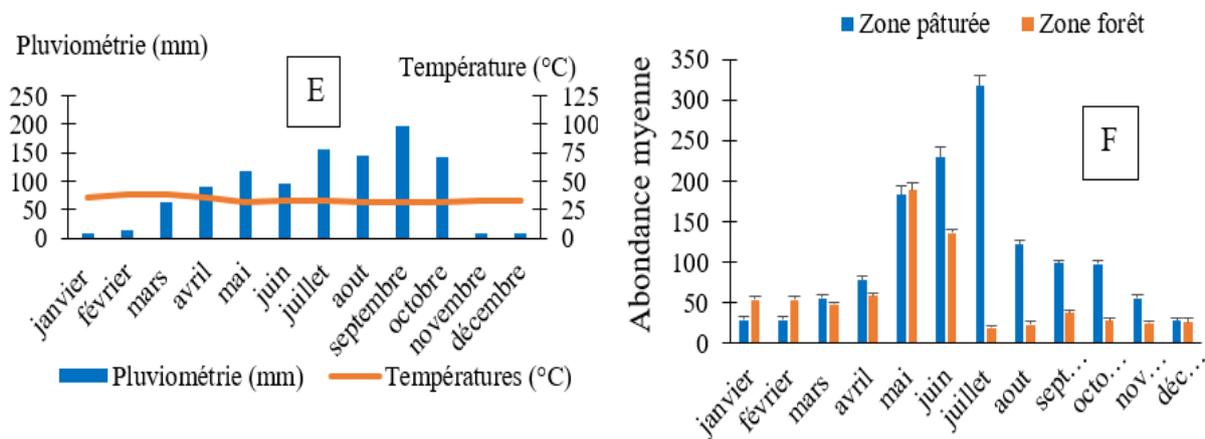


Figure 7 : Répartition des Coléoptères bousiers en fonction de la pluviométrie et de la température (E et F: Diagramme ombrothermique et abondance moyenne de la zone pâturée et celle de la forêt de Mankono)

3-9. Classification des localités

Le groupement des localités a été fait par la Classification Ascendante Hiérarchique à partir de l'indice de similarité de Sorensen en fonction de leur composition spécifique. Le dendrogramme obtenu indique deux regroupements (**Figure 8**). Un premier regroupement formé par les localités de Toumodi et de Mankono, et le deuxième regroupement constitué par la localité de Yamoussoukro. Le regroupement formé par la localité de Toumodi et de Mankono traduit la similarité qui existe entre elles de par leur composition en espèces de Coléoptères bousiers.

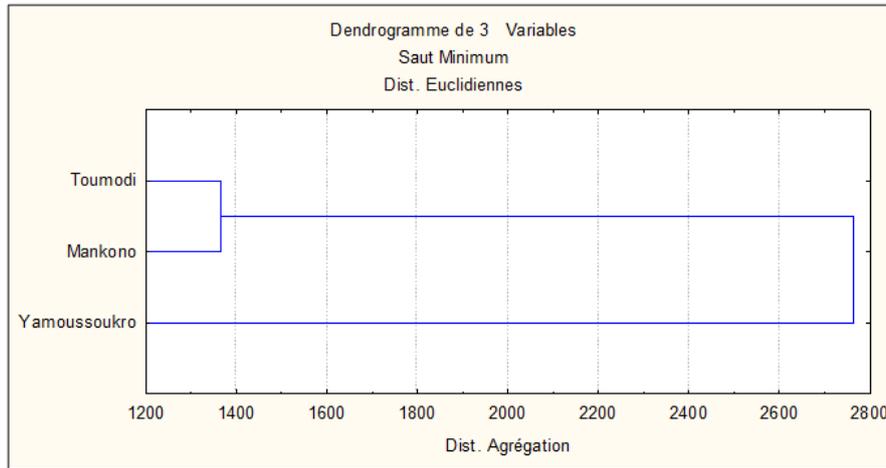


Figure 8 : Classification des localités en fonction de la composition spécifique des Coléoptères

4. Discussion

L'abondance des bousiers a été plus importante à Yamoussoukro par rapport aux deux autres localités que sont Toumodi et Mankono, avec une dominance de l'espèce *Sisyphus shaeffery* dans la localité de Yamoussoukro. Cette abondance serait due à une utilisation raisonnée des produits antiparasitaires. Ainsi, l'impact des antiparasitaires vétérinaires pour la faune coprophage dépend de plusieurs facteurs à savoir la molécule considérée (son écotoxicité, sa concentration dans la matière fécale, la durée d'élimination par voie fécale de la molécule ou de ses métabolites et la persistance de la molécule ou de ses métabolites dans le milieu extérieur), la forme pharmaceutique et la voie d'administration, la sensibilité des espèces de la faune non-cible et la période de traitement [4]. La faible abondance des bousiers dans les localités de Toumodi et de Mankono, se traduiraient par le fait que pendant la saison des pluies, sous la pression des tiques, il y a eu des traitements des bœufs et des pâturages avec des produits antiparasitaires tels que la Cyperméthrine, le Dichlorphos, l'Alphacypermetrine qui pourraient avoir eu un impact négatif non seulement sur l'environnement mais aussi sur cette communauté d'insectes. Cela a été observé [16, 17], presque tous les insecticides utilisés dans la lutte contre les ravageurs ont un spectre d'action large et ne sont donc pas totalement spécifiques aux ravageurs visés.

En zone pâturée, plus d'insectes ont été collectés comparée à la zone forestière. La forte abondance dans cette zone traduit une grande disponibilité des ressources que cette faune utilise. Elle est liée au caractère pastoral de la zone. Les écosystèmes pastoraux abritent une biomasse et une diversité de Coléoptères coprophages plus importante que les aires boisées grâce à la grande quantité de matière fécale déposée par les animaux [18]. Les Coléoptères, et plus généralement toute l'entomofaune coprophage dépendent de ressources qui sont parfois très peu concentrées et éparpillées sur de larges étendus de terrains (cas de pâturages très extensifs). Ils utilisent alors les composés volatiles émis par les fèces pour les repérer ainsi que pour sélectionner les plus attractifs selon les critères encore peu documentés [19]. La faible abondance des Coléoptères bousiers en zone forestière se traduirait par les effets liés à la fragmentation de ces forêts par les activités humaines et souvent les feux de brousses provoqués soit par des chasseurs de gibier, soit par des paysans lors de la mise en place de certaines cultures. Le premier impact de la fragmentation est la destruction de l'habitat [20, 21]. Cette destruction affecte principalement la taille des populations d'insectes, ce qui augmente les risques d'extinction. Quant aux effets liés aux feux de brousse, l'habitat optimal pour des espèces tolérantes au feu, ou des espèces de mi et en retard dans la succession,

ne se développent jamais sous un régime des feux fréquents [22, 23]. L'importance du feu sur les invertébrés s'exprime en créant plusieurs habitats de différents stades de succession [24]. Le rôle positif du feu s'exprime aussi par le maintien de la richesse spécifique selon l'hypothèse de la perturbation intermédiaire, la réduction de la compétition exclusive [25]. Il est, cependant, considéré comme facteur négatif lorsqu'il met en danger les espèces endémiques et celles qui ont une faible capacité de dispersion [21]. Pour l'ensemble des espèces durant l'année de cette étude, le calcul de l'indice de Shannon a montré que la diversité est relativement élevée en zone pâturée qu'en zone de forêt pour les trois localités étudiées. Ainsi, la plus forte diversité a été obtenue en zone pâturée à Toumodi et la plus faible en zone de forêt à Yamoussoukro. Les espèces se partageraient de manière relativement équilibrée les ressources trophiques disponibles au niveau du site de Toumodi et celui de Mankono. La présence de chaque espèce ou chaque groupe fonctionnel dans un habitat dépendrait des ressources disponibles [26]. Les Coléoptères coprophages sont soumis à une très forte compétition trophique et forment des communautés extrêmes structurées par une étroite compétition. Au niveau de Toumodi et de Mankono, en plus de l'élevage de bovins, il est pratiqué l'élevage d'ovin et de caprin contrairement à Yamoussoukro où c'est uniquement l'élevage de bovin qui est pratiqué. Les espèces seraient donc spécifiques à un type d'excréments.

Ainsi, il a été montré [27] que les excréments de moutons étaient très favorables à la sous-famille des Aphodiidae, qui les évitent à rentrer en compétition avec les rouleurs et fousseurs qui exploitent des excréments plus gros en confisquant très rapidement une très large part de la ressource trophique en l'enfouissant dans des terriers profonds. Beaucoup d'espèces de bousiers sont spécialisés soit dans l'utilisation des excréments des grands, soit ceux des petits herbivores [28]. Les indices de l'équitabilité sont faibles, sensiblement égaux et tendent vers 0 d'une localité à une autre. La faible valeur de l'indice de l'équitabilité en zone pâturée serait due à la présence de l'espèce *Sisyphus shaeffery* de la famille des Scarabaeidae au niveau des localités. La présence accrue de cette famille dans ces localités peut s'expliquer aussi par les facilités liées à la structure physique relativement simple de cet habitat qui est milieu ouvert constitué uniquement de la variété de *Panicum maximum* cultivar 1 pour la nutrition des animaux. Les rouleurs sont des insectes des milieux ouverts, notamment des savanes où ces insectes ont une forte activité illustrée par l'ensoleillement qui optimise leur température corporelle par le réchauffement externe, leur donnant ainsi une bonne vélocité pendant l'utilisation des excréments [29, 30]. En effet, *Sisyphus shaeffery* forme une boule d'excrément qu'ils fait rouler à quelque distance de la masse d'où elle est extraite, et l'enfouit après y avoir déposé un œuf dans une petite loge. Ce roulement de la boule requiert moins d'obstacles, une condition qu'offrent plus les savanes par rapport aux forêts [31].

Concernant, la répartition des Coléoptères bousiers sur toute l'année leur abondance est plus importante durant les saisons des pluies et moins importante les saisons sèches au niveau des localités de Yamoussoukro et Mankono. Mais à Toumodi, c'est en mai (saison des pluies) que les bousiers ont été plus abondants et faibles pendant les autres mois en zone pâturée. Les saisons jouent un rôle important dans la phénologie des insectes. Elles déterminent de ce fait leur activité dans les écosystèmes [32]. Pendant les périodes chaudes et sèches, les déjections deviennent rapidement moins exploitables pour la plupart des Scarabaeidae [33]. Ce qui pourrait expliquer les faibles abondances observées pendant les saisons sèches dans cette étude. Pendant la saison des pluies, l'humidité des déjections et leur odeur attractive sont conservées pendant longtemps, ce qui expliquerait l'abondance des bousiers pendant la saison des pluies. La saisonnalité des insectes coprophages est principalement associée à trois facteurs : la disponibilité des ressources, la température et l'humidité [6]. Par ailleurs, il existe une similarité entre Toumodi et Mankono dans leur composition spécifique. En effet, les élevages de Toumodi et de Mankono sont beaucoup perturbés par les produits chimiques utilisés par les éleveurs qui seraient un facteur impactant négativement sur la distribution des bousiers, vu que ces insectes sont sensibles aux effets des produits chimiques [5].

5. Conclusion

L'étude de l'abondance et de la diversité des Coléoptères bousiers dans les trois fermes d'élevage (Yamoussoukro, Toumodi et Mankono) ont permis d'obtenir quatre principales familles à savoir la famille des Scarabaeidae, des Geotrupidae, des Aphodiidae et des Trogidae. La localité de Yamoussoukro a été plus abondante en bousiers que les localités de Toumodi et de Mankono avec une dominance de l'espèce *Sisyphus shaeffery* dans cette localité. La zone pâturée est plus abondante et plus diversifiée en Coléoptères bousiers que la zone forestière dans les trois localités. En zone pâturée comme en zone forestière, les Coléoptères bousiers ont été plus abondants durant les saisons des pluies et moins abondants les saisons sèches au niveau des trois localités (Toumodi, Yamoussoukro et Mankono). Le regroupement formé par la localité de Toumodi et de Mankono traduit la similarité qui existe entre elles de par leur composition en espèces de Coléoptères bousiers.

Remerciements

Nous remercions très sincèrement Mr KOUADIO Bernardin, Directeur général de la ferme Djera Production et son équipe pour l'accueil et les facilités techniques qui nous ont été accordés pour le bon déroulement de nos travaux de recherche.

Références

- [1] - Ministère des Ressources Animales et Halieutiques, Plan stratégique de développement de l'élevage, de la pêche et de l'aquaculture en Côte d'Ivoire, Tome I : Diagnostic - Stratégie de développement - Orientations, (2020) 102 p.
- [2] - FAO, La filière bovine viande. <http://www.redev.info/elevage/veille/documents/4.pdf> 9p, (18 janvier 2021), (2002b)
- [3] - F. STACHURSKY, Le pédiluve acaricide. - Bobo-Dioulasso : CIRDES. - Fiche technique, 1 (2004) 8 p.
- [4] - AGRIDEA, Hygiène et santé : maîtrise du parasitisme. Fiche technique 6.25. URL : <http://www.agridea-lausanne.ch/files/6.25.parasitisme.pdf>, (18 janvier 2021), (2009)
- [5] - K. D. FLOATE, K. G. WARDHAUGH, A. B. A. BOXALL and T. N. SHERRATT, Fecal residues of veterinary parasiticides : nontarget effects in the pasture environment. *Annual review of entomology*, 50 (2005) 153 - 179
- [6] - J. P. LUMARET, F. ERROUISSI, K. FLOATE, J. RMBKE AND K. WARDHAUGH, Review on the toxicity and non-target effects of macrocyclic lactones in terrestrial and aquatic environment *curr Pharmaceut. Biotech*, 13 (2012) 1004 - 1060
- [7] - S. AMRAOUI, Structure des communautés de Scarabaeoidea coprophages dans différents écosystèmes pâturés en zone steppique (Djelfa), Thèse en Ecologie Forestière, Université Ziane Achour de Djelfa, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, (2011) 95 p.
- [8] - D. YAMADA, O. IMURA, K. SHI and T. SHIBUYA, Effect of tunneler dung beetles on cattle dung decomposition, soil nutrients and herbage growth, *Grassland Science*, 53 (2007) 121 - 129
- [9] - E. LASTRO, Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae and Geotrupidae) in North Carolina pasture ecosystem, Thèse master, North Carolina State University, (2006) 134 p.
- [10] - G. DELVARE and H. P. ABERLENC, Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale, Clé pour la reconnaissance des familles, CIRAD, Montpellier, France, (1989) 297 p.

- [11] - A. L. V. DAVIS, A. V. FROLOV and C. H. SCHOLTZ, *The African Dung Beetle Genera*, Protea book house Pretoria, (2008) 269 p.
- [12] - H. SONNEVILLE, P. JAY-ROBERT, W. PERRIN and J. FONDERFLICK, *Synthèse des connaissances concernant les Coléoptères coprophages sur le territoire du Parc National des Cévennes*, (2017) 86 p.
- [13] - I. YACE, *Initiation à la géologie, L'exemple de la Côte d'Ivoire et de l'Afrique de l'Ouest : pétrologie, géologie régionale*, Éditions CEDA, Abidjan, (2002) 183 p.
- [14] - Y. BROU, *Climat, mutations socio-économiques et paysages en Côte d'Ivoire*, Mémoire de synthèse des activités scientifiques présenté en vue de l'obtention de l'Habilitation à Diriger des Recherches. Univ. des Sciences et Technologies de Lille, (2005) 212 p.
- [15] - *Projet de Renforcement des Ouvrages du Système Electrique et d'accès à l'électricité (PROSER), Electrification Rurale de 253 localités dans les régions du Bafing, du Béré, du Worodougou, du Cavally, du Guémon et du Tonkpi, Rapport final, Côte d'Ivoire énergie*, (2019) 173 p.
- [16] - V. P. MEENEN et R. HASKONING, *L'impact des engrais et des pesticides sur les ressources en eaux au Burkina Faso, Version définitive, Ministère de l'environnement et de l'eau, DANIDA*, (2001) 36 p.
- [17] - *Ministère de l'Agriculture du Mali, Plan de gestion des pesticides au Mali, E1190V3, Octobre (2004) 24 p.*
- [18] - R. P. JAY, J. NIOGRET, F. ERROUISSI and M. LABARUSSIAS, *Relative efficiency of extensive grazing vs. wild ungulates management for dung beetle conservation in a heterogeneous landscape from Southern Europe (Scarabaeinae, Aphodiinae, Geotrupinae)*, *Biological Conservation*, 141 (2008) 2879 - 2887
- [19] - L. DORMONT, S. RAPIOR, D. B. MCKEY and J. P. LUMARET, *Influence of dung volatiles on the process of resource selection by coprophagous beetles*, *Chemoecology*, 17 (2007) 23 - 30
- [20] - Y. HAILA and I. K. HANSKI, *Methodology for studying the effect of habitat fragmentation on land birds*, *Annales Zoologici Fennici*, 21 (1984) 393 - 397
- [21] - K. D. KRA, *Etude de la diversité des populations de Coléoptères à Oumé, en zone forestière de côte d'ivoire*, Thèse unique Université d'Abobo-Adjamé UFR des Sciences de la Nature, Laboratoire de Biologie et Cytologie Animales, Abidjan, (2010) 219 p.
- [22] - B. OKLAND, A. BAKKE, S. HÅGVAR and T. KVAMME, *What factor influence the diversity of saproxylic beetle, A multiscaled study from a pruce forest in southern Norway*, *Biodiversity and Conservation*, 5 (1996) 75 - 100
- [23] - A. YORK, *Long-term effects of frequent low-intensity burning on ant communities in coastal blackbutt forests of southeastern Australia*, *Australian Journal of Entomology*, 25 (2000) 83 - 98
- [24] - C. M. BUDDLE, J. R. SPENCE and D. W. LANGOR, *Succession of boreal forest spider assemblage following wildfire and harvesting*, *Ecography*, 23 (2000) 424 - 436
- [25] - J. BENGTSOON, S. G. NILSSON, A. FRANC and P. MENOZZI, *Biodiversity, disturbances, ecosystem processes and sustainability of European forests*, *Forestry and Ecological Management*, 132 (2000) 39 - 50
- [26] - K. D. KRA, M. DOUMBIA, J. KLIMASZEWSKI and K. E. KWADJO, *Assessment of beetle abundance and diversity by four methods of capture in the west-central part of Oumé, Ivory Coast*, *Journal of Animal & Plant Sciences*, 6 (2010) 571 - 578
- [27] - J. P. LUMARET, M. BERTRAND et N. KADIRI, *Changes in resources : consequences for the dynamics of dung beetle communities*. *J. Appl. Ecol.*, 29 (1992) 349 - 356
- [28] - G. DUBOST, *Comparison of the diets of frugivorous forest ruminants of Gabon*. *J. Mammal.*, 65 (1984) 298 - 316

- [29] - K. DOSSO, K. K. S. KOFFI and S. TIHO, Etude préliminaire du peuplement de bousiers inféodés aux excréments de buffles dans la réserve scientifique de LAMTO (Côte d'Ivoire), *Revue de l'Environnement et la Biodiversité-PASRES*, 3 (2018) 44 - 53
- [30] - F. T. KRELL, W. S. KRELL, I. WEIB, P. EGGLETON and K. E. LINSENMAYER, Spatial separation of Afrotropical dung beetle guilds : a trade-off between competitive superiority and energetic constraint (Coleoptera : Scarabaeidae). *Ecography*, 26 (2003) 210 - 222
- [31] - Y. CAMBEFORT, Les Coléoptères Scarabaeidae du Parc National de Tai (Cote d'Ivoire), *Revue française d'Entomologie (N.S.)*, 7 (1986) 337 - 34
- [32] - F. DUPUIS and R. PERRI, Catalogue et Atlas des Coléoptères Lucanoidea et Scarabaeoidea du Département de la Loire, Saint Etienne Société de Science Naturelle Loire-Forez, (2013) 166 p.
- [33] - K. K. S. LOUKOU, K. E. KWADJO, K. D. KRA 1, B. G. DOUAN, A. S. D. DANON and M. DOUMBIA, Etude de la diversité et de la distribution des Coléoptères bousiers le long d'un gradient de dégradation du Parc National du Banco, Côte d'Ivoire, Université Nangui Abrogoua, Abidjan, *Afrique SCIENCE*, 13 (3) (2017) 452 - 463