

Variations saisonnières des effectifs de *Hypsignathus monstrosus* H. Allen, 1861 dans les sites d'appels sexuels (Abidjan, Côte d'Ivoire)

[Seasonal variations in *Hypsignathus monstrosus* H. Allen, 1861 population size in the mating calls sites (Abidjan, Côte d'Ivoire)]

Niamien Coffi Jean Magloire¹, Kadjo Blaise², Koné Inza², and N'Goran Kouakou Eliézer²

¹Département de Biologie Animale,
UFR Sciences Biologiques, Université Peleforo Gon Coulibaly de Korhogo,
Bp 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire

²Laboratoire de Zoologie et Biologie Animale,
UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny,
22 Bp 582 Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2018 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The population of hammer-headed bats, *Hypsignathus monstrosus* H. Allen, 1861, in the District of Plateau in Abidjan has been studied from August 2003 to July 2004. Vocalization recognition and roost counts of bats males have been used in order to identify mating calls sites and to determine the variations of population size. Results show that the hammer-headed bats have demonstrated a high preference for reproduction site dominate by *Terminalia catappa* L. (Combretaceae). The population size varied with the site, the tree species and season.

KEYWORDS: Hammer-headed bats, breeding site, population size, site and season effect, urban area, Côte d'Ivoire.

RÉSUMÉ: La population de chauves-souris à tête de marteau, *Hypsignathus monstrosus* H. Allen, 1861, de la commune du Plateau à Abidjan a été étudiée d'août 2003 à juillet 2004. Cette étude a été réalisée en procédant à des reconnaissances de vocalisation et des comptages des mâles aux pieds d'arbres en vue d'identifier les sites d'appels sexuels et de déterminer les variations d'effectifs. Les résultats indiquent que les mâles de chauves-souris à tête de marteau ont une préférence marquée pour les sites d'appels sexuels à *Terminalia catappa* L. (Combretaceae). Les effectifs des mâles de chauves-souris à tête de marteau ont varié avec le site, l'espèce d'arbre et la saison.

MOTS-CLEFS: Chauves-souris à tête de marteau, site de reproduction, taille de la population, effets du site et de la saison, milieu urbain, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

Les chauves-souris constituent l'ordre de Mammifères le plus important numériquement après celui des Rongeurs [1], [2], [3]. Ces Mammifères se répartissent en deux sous-ordres : les Yinpterochiroptera et les Yangochiroptera [4].

Les Chiroptères présentent des intérêts pharmacologique, sanitaire, économique, écologique et de conservation [2], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12]. Malgré ces multiples intérêts, peu de données bioécologiques les concernant sont disponibles à cause de leurs activités nocturnes et de leur mode de vol actif, qui rendent difficiles leur étude [2], [13].

En Côte d'Ivoire, la commune du Plateau, quartier des affaires de la ville d'Abidjan, abrite une importante communauté de chauves-souris frugivores, qui n'a été l'objet que de peu d'intérêt [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20]. Ces travaux se sont focalisés sur les chauves-souris paillées, *Eidolon helvum* (Kerr, 1792), une espèce proche de la menace, observable de jour et représentée par une forte colonie. La chauve-souris à tête de marteau, *Hypsignathus monstrosus* H. Allen, 1861, observée pour la première fois sur ce site [17] a fait l'objet de peu d'études [18].

Les chauves-souris frugivores rendent d'importants services écosystémiques, en contribuant à la pollinisation des fleurs et à la reconstitution des écosystèmes forestiers à travers la dispersion et la germination des graines des fruits consommés [5], [7], [8], [12], [21], [22]. Les retombées de ces services écologiques sont estimées à environ 20 milliards de dollars [5], [23]. En outre, *Hypsignathus monstrosus* est une espèce indicatrice pour évaluer l'état de conservation des habitats naturels [7], [24], [25]. Par ailleurs, cette espèce figure parmi les réservoirs naturels du virus de la fièvre hémorragique Ebola [8]. Enfin, la chauve-souris à tête de marteau utilise saisonnièrement ce site urbain pour sa reproduction [18]. Dès lors, la commune du Plateau s'avère être un site stratégique pour la conservation des chauves-souris frugivores.

A l'exception des études réalisées sur les sites d'appels sexuels et le système de reproduction de *Hypsignathus monstrosus* dans le Parc National de Taï [26], [27], aucune donnée sur les variations saisonnières d'abondances n'est disponible en Côte d'Ivoire. Or, ces données écologiques sont nécessaires à la mise en place de stratégies de gestion de la faune.

La présente étude, est une contribution à une meilleure connaissance de l'écologie des Mégachiroptères afin d'en assurer une gestion rationnelle et durable. Elle vise spécifiquement à analyser l'influence des saisons sur les variations d'abondances des mâles de chauves-souris à tête de marteau, *Hypsignathus monstrosus* dans la commune d'Abidjan-Plateau.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 SITE D'ÉTUDE

La ville d'Abidjan se situe dans le Sud de la Côte d'Ivoire. Elle comprend plusieurs communes dont celle du plateau, qui s'étend entre 4°10' et 4°50' de longitudes Ouest et 5°10' et 5°80' de latitudes Nord, sur une superficie de 2,5 Km². Cette commune abrite dans sa partie centrale, une importante communauté de chauves-souris frugivores utilisant comme dortoir et pour sa reproduction les différentes espèces d'arbres jonchant ses rues et avenues.

Le climat de la ville d'Abidjan et celui de la zone sud du pays, est caractérisé par quatre saisons : la petite saison sèche (d'août à septembre), la petite saison des pluies (d'octobre à novembre), la grande saison sèche (de décembre à mars) et la grande saison des pluies (d'avril à juillet) [28].

2.2 COLLECTE DES DONNÉES

2.2.1 LOCALISATION DES SITES D'APPELS SEXUELS

La localisation des sites d'appels sexuels des chauves-souris à tête de marteau de la commune du Plateau, a été effectuée de façon pédestre. Des visites ont été réalisées quatre fois par semaine, entre 18 heures et 19 heures, du fait de leurs activités de reproduction crépusculaire et nocturne [26], [29], [30]. Tous les sites colonisés par ces chauves-souris à tête de marteau ont été repérés, grâce aux vocalisations spécifiques émises par les mâles [18], [31], [32]. Les coordonnées géographiques des sites d'appels sexuels ont été déterminées grâce à un « *Global Positioning System* » (G.P.S). Par ailleurs, les espèces d'arbres qui peuplent la zone d'étude et les sites d'appels sexuels, ont été identifiées grâce à la contribution du Centre National de Floristique de l'Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan-Cocody.

2.2.2 DÉNOMBREMENT DES MÂLES DE CHAUVES-SOURIS À TÊTE DE MARTEAU

Les comptages des mâles de chauves-souris à tête de marteau ont été réalisés dans tous les sites de reproduction précédemment identifiés, lorsque les mâles perchés émettent des appels sexuels caractéristiques [18], [31], [32]. Puis, les pieds d'arbres, qui ont hébergés des spécimens vocalisant ont été dénombrés, eu égard à leur comportement territorial [18], [26], [27], [29], [30], [33], [34], [35]. Ces comptages ont été réalisés par site et par espèce d'arbre.

2.3 ANALYSES STATISTIQUES

Avant toute analyse, le test de normalité de Shapiro-Wilk a été effectué pour vérifier la distribution normale des données. Dès lors, une analyse de variances a été réalisée pour comparer les effectifs moyens de chauves-souris à tête de marteau par site et par espèce d’arbre. A la suite de cette analyse, le test Post-Hoc de Newman-keuls a permis de comparer et de classer les sites et les espèces d’arbre sur la base des effectifs moyens. Nous avons en outre testé les effets site, espèce d’arbre et saison sur la distribution des chauves-souris à tête de marteau en utilisant le Modèle Linéaire Généralisé (GLM). Enfin, l’analyse factorielle de correspondances a servi à apprécier la contribution relative saisonnière de chaque espèce d’arbre sur la distribution des mâles de chauves-souris à tête de marteau. Tous les tests statistiques ont été effectués avec le logiciel *STATISTICA* (version 7.1).

3 RESULTATS

3.1 PEUPLEMENT FLORISTIQUE DE LA ZONE D’ÉTUDE

Au sein de la zone d’étude, 328 pieds d’arbres appartenant à six espèces ont été inventoriés. Il s’agit de 178 pieds de *Samanea saman* Merr. (Mimosaceae) (54,27%), de 55 pieds de *Terminalia catappa* L. (Combretaceae) (16,77 %), de 45 pieds de *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae) (13,72 %), de 45 pieds de *Hevea brasiliensis* Kunt. (Euphorbiaceae) (13,72%), de quatre (4) pieds de *Elaeis guineensis* Jacq. (Arecaceae) (1,22%) et d’un (1) pied de *Cocos nucifera* L. (Arecaceae) (0,3%). *Samanea saman* est l’espèce d’arbre la plus abondante dans la zone d’étude.

3.2 SITES D’APPELS SEXUELS

Deux sites de reproduction compris entre les longitudes 4°27’ et 4°37’ Ouest et les latitudes 5°27’ et 5°64’ Nord ont été exploités comme sites d’appels sexuels par les mâles de chauves-souris à tête de marteau d’août 2003 à juillet 2004 dans la commune du Plateau à Abidjan (**Figure 1**). Le site 1 est peuplé de 22 pieds de *Terminalia catappa* ; le site 2 abrite deux espèces d’arbres : *Elaeis guinnensis* (n = 4) et *Cocos nucifera* (n = 1), qui sont utilisés comme support par les mâles de chauves-souris à tête de marteau pour l’émission d’appels sexuels. Comparées aux autres espèces d’arbres, ces trois espèces d’arbres sont de petite taille, de cinq à dix mètres de hauteur et présentent pour certaines des ouvertures dans leur feuillage.

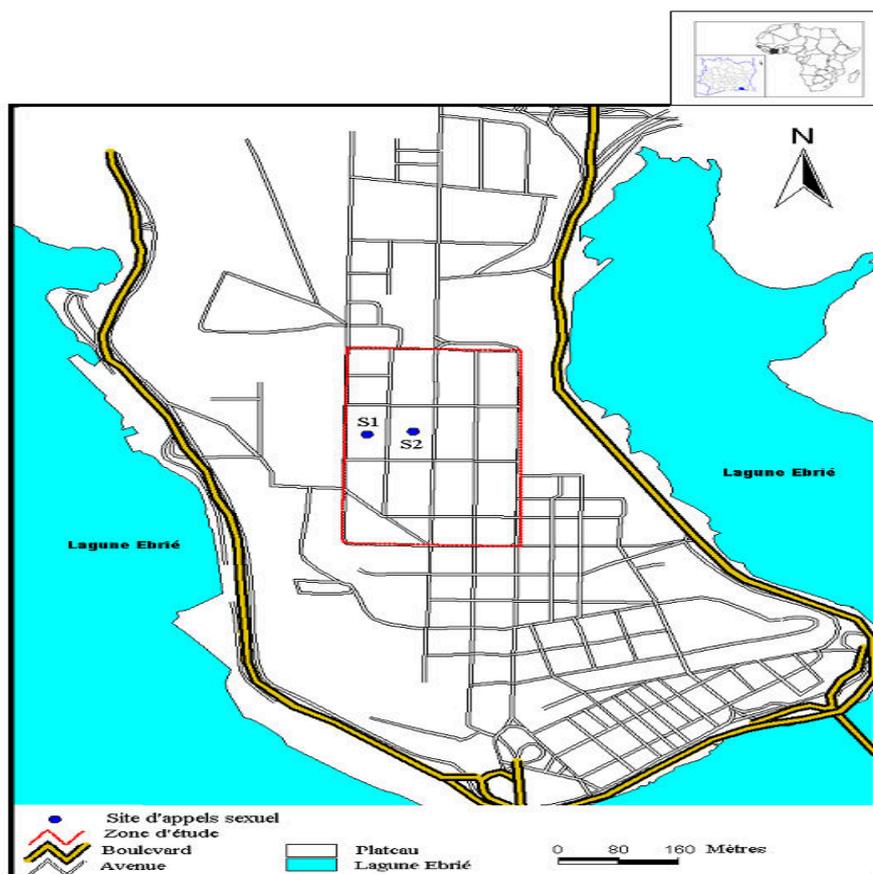


Fig. 1. Localisation des sites d'appels sexuels des mâles de chauves-souris à tête de marteau de la commune du Plateau à Abidjan d'août 2003 à juillet 2004

3.3 VARIATIONS GLOBALES DES EFFECTIFS DES MÂLES DE CHAUVES-SOURIS A TÊTE DE MARTEAU

- Par site

Globalement, les effectifs des mâles de chauves-souris à tête de marteau varient de manière hautement significative avec le site ($ddl = 1$; $F = 10,66$; $p < 0,0001$). Le test de comparaison et de classification de Newman-Keuls appliqué à ces données révèle que les plus grands effectifs de mâles ont été observés au site 1 (Figure 2).

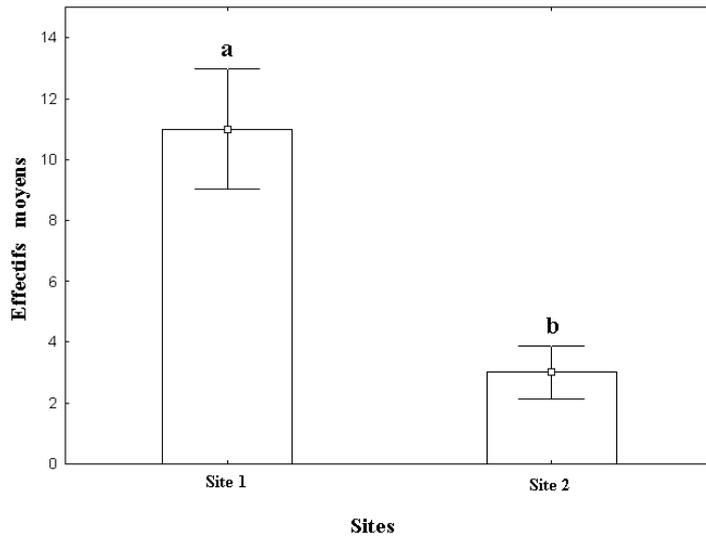


Fig. 2. Variations globales des effectifs de chauves-souris à tête de marteau par site d’appels sexuels dans la commune du Plateau d’août 2003 à juillet 2004 (a : site à grand effectif et b : site à faible effectif)

- Par espèce d’arbre

Les effectifs des mâles de chauves-souris à tête de marteau varient très significativement avec l’espèce d’arbre (ddl = 2 ; F = 8,76 ; p < 0,001). L’espèce d’arbre *Terminalia catappa* a abrité les plus grands effectifs alors que *Cocos nucifera* et *Elaeis guineensis* ont hébergé de faibles effectifs (Figure 3). En outre, les effectifs observés sur ces deux dernières espèces d’arbres ne diffèrent pas significativement selon le test de Newman-Keuls (Figure 3).

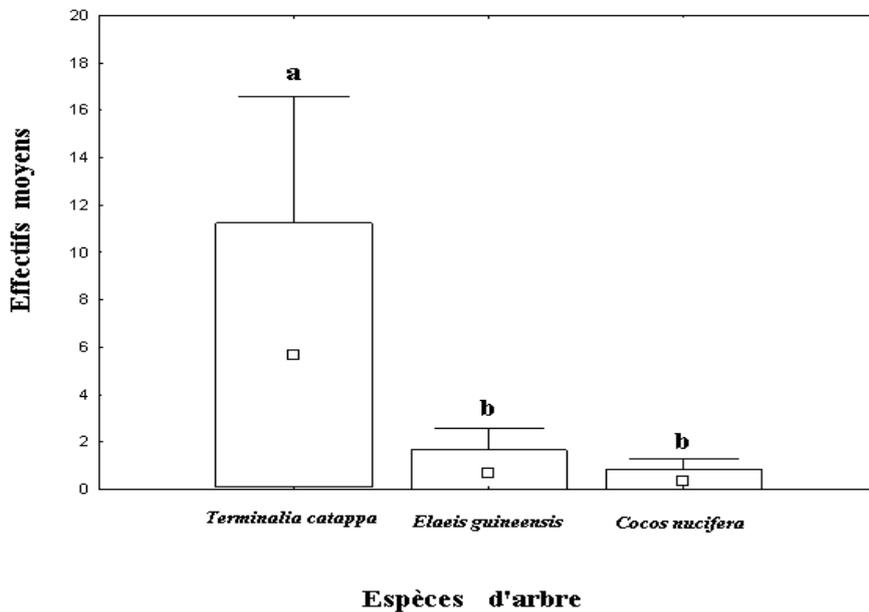


Fig. 3. Variations globales des effectifs moyens de chauves-souris à tête de marteau par espèce d’arbre dans la commune du Plateau d’août 2003 à juillet 2004 (a : espèce d’arbre abritant de grands effectifs et b : espèce d’arbre abritant de faibles effectifs)

3.4 VARIATIONS SAISONNIÈRES DES EFFECTIFS DES MÂLES DE CHAUVES-SOURIS À TÊTE DE MARTEAU

Les projections saisonnières des effectifs des mâles de chauves-souris à tête de marteau par espèce d'arbre obtenues à partir de l'analyse factorielle de correspondances (**Figure 4**), montrent que selon l'axe 1 (99, 11 % de contribution), deux grands groupes sont distingués. Le groupe 1, est constitué de deux espèces d'arbres, qui sont les moins exploitées en toute saison : *Cocos nucifera* et *Elaeis guineensis*.

Le groupe 2, comprend uniquement l'espèce d'arbre *Terminalia catappa*, qui se différencie par son utilisation marquée au cours des saisons. Par conséquent, un effet de la saison est mis en évidence dans la colonisation des espèces d'arbres utilisées comme site d'appels sexuel par les mâles de chauves-souris à tête de marteau. Le modèle linéaire généralisé confirme cette observation en relevant que l'exploitation des espèces d'arbre par les mâles de chauves-souris à tête de marteau varie de manière hautement significative avec la saison (GLM : ddl =3 ; W = 88,56 ; p < 0,0001).

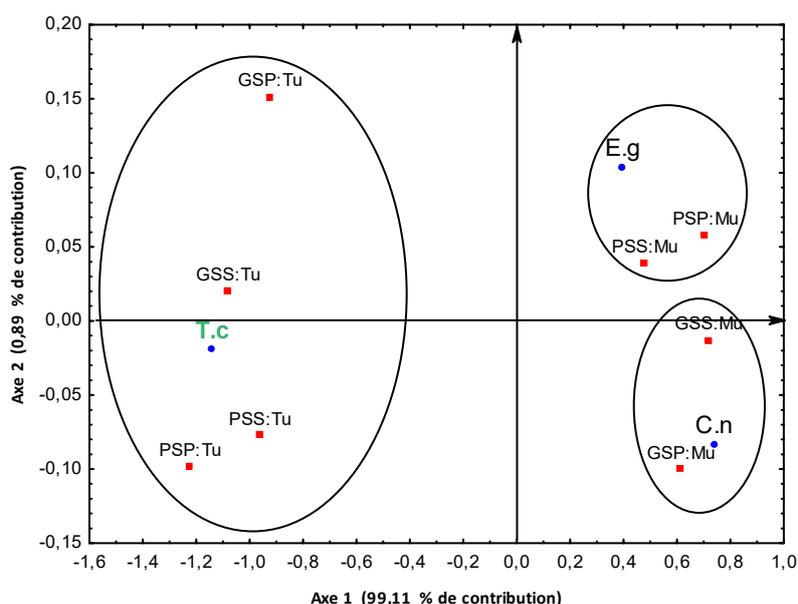


Fig. 4. Distribution saisonnière des mâles de chauves-souris à tête de marteau par espèce d'arbre dans la commune du Plateau d'août 2003 à juillet 2004 (PSS : Petite saison sèche, PSP : petite saison des pluies, GSS : grande saison sèche, GSP : grande saison des pluies; T.c : *Terminalia catappa*, E.g : *Elaeis guineensis*, C. n : *Cocos nucifera* ; Tu : très utilisée, Mu : moins utilisée)

L'analyse de variances suivie du test de classification et de comparaison de Newman-Keuls révèle que le site 1 a abrité les plus grands effectifs des mâles de chauves-souris à tête de marteau en toute saison (**Figure 5**). En effet, les effectifs saisonniers des mâles de chauves-souris à tête de marteau ont varié avec le site (GLM : ddl =1 ; W = 56,86 ; p < 0,001).

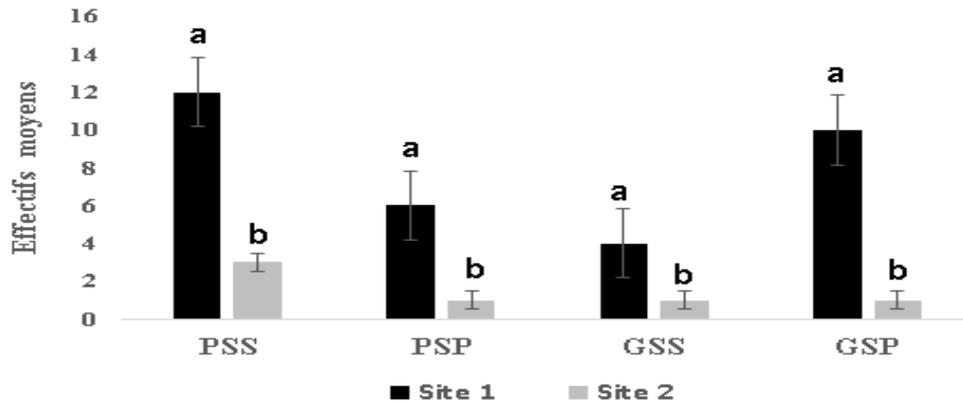


Fig. 5. Variations spatiales saisonnières des effectifs de mâles de chauves-souris à tête de marteau dans la commune du Plateau à Abidjan d’août 2003 à juillet 2004 (PSS : Petite saison sèche, PSP : petite saison des pluies, GSS : grande saison sèche, GSP : grande saison des pluies; a : site à grand effectif et b : site à faible effectif)

4 DISCUSSION

Tableau 1. Deux sites d’appels sexuels ont été identifiés. Ce choix semble être lié à la hauteur des arbres le peuplant. En effet, les perchoirs des mâles de chauves-souris à tête de marteau sont des arbres de petite taille. Ce nombre de sites d’appels sexuels est inférieur aux sept sites d’appels sexuels identifiés dans le Parc National de Taï de [26] mais supérieur au seul site déterminé dans cette commune de 2005 à 2006 [18]. Cette différence pourrait être liée d’une part, à la limitation dans ce milieu urbain de sites présentant des caractéristiques recherchées par les mâles de chauves-souris à tête de marteau, et d’autre part, aux actions anthropiques (abattage et élagage d’arbres), qui ont pour corollaire la perte de la biodiversité [7], [24], [25], [36], [37].

Tableau 2. Les plus grands effectifs de mâles de chauves-souris à tête de marteau observés au site 1 pourraient se rattacher à la disponibilité de la nourriture. En effet, le site 1 est peuplé de l’espèce d’arbre *Terminalia catappa*, qui produit des fruits, qui attireraient ces frugivores [18], [27], [33], [38], [39], [40]. Cette ressource alimentaire faciliterait ainsi la mise en place de colonies de reproduction [41], [42]. Dès lors, les mâles se rassemblent dans les sites de reproduction, émettent des appels sexuels pour attirer les femelles dans le seul but de copuler [26], [29]. Cette adaptation viserait à compenser la grande dépense énergétique en vue d’augmenter leur succès reproductif, car, chez les Mammifères, la taille du groupe est fonction de la disponibilité de la nourriture [43], [44].

5 CONCLUSION

Il ressort de cette étude, que la commune du Plateau d’Abidjan abrite deux sites de reproduction utilisés comme site d’appels sexuels par les mâles de chauves-souris à tête de marteau. Parmi ces sites, le site 1 a été le plus exploité comme site d’appels sexuel par les mâles de chauves-souris à tête de marteau dans la commune du Plateau à Abidjan d’août 2003 à juillet 2004. Six espèces d’arbres sont présentes dans la zone d’étude. Parmi elles, *Terminalia catappa* a été l’espèce d’arbre la plus utilisée par les mâles de cette population de chauves-souris à tête de marteau pour leurs appels sexuels. Pour assurer l’intégrité et la conservation de cette population, ces sites de reproduction doivent être maintenus intacts du fait de leur sensibilité aux modifications de leur environnement, susceptibles d’affecter leur succès reproductif et partant la survie de cette population.

REFERENCES

- [1] D. E. Wilson and D. M. Reeder, *Mammal species of the World : A taxonomic and geographic reference* 3rd Ed. The John Hopkins University Press, 2005.
- [2] T. H. Kunz and S. Parsons, *Ecological behavioural: Methods for the study of bats*, 2nd Ed. The Johns Hopkins University press, 2009.
- [3] M. B. Fenton and N. B. Simmons, *Bats, a world of science and mystery*. The University of Chicago Press, 2015.
- [4] E. C. Teeling, O. Madsen, R. A. Van den Bussche, W. W De Jong, M. J. Stanhope and M. S. Springer, "Microbat paraphyly and the convergent evolution of a key innovation in Old World rhinolophoid microbats," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 99, pp. 1431-1436, 2002.
- [5] T.H. Kunz, E. Braun de Torrez, D. Bauer, T. Lobova and T.H. Fleming, "Ecosystem services provided by bats," *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 1223, pp.1-38, 2011.
- [6] Kingston, T., *Response of bat diversity to forest disturbance in Southeast Asia: insights from long-term research in Malaysia*, In: R. A. Adams, and S.C. Pedersen (Eds.), *Bat evolution, ecology and conservation*, New York: Springer, pp.169-185, 2013.
- [7] C. F. J. Meyer, L. M. S. Aguiar, L. F. Aguirre, J. Baumgarten, F. M. Clarke, J. F. Cosson, S. E. Villegas, J. Fahr, D. Faria, N. Furey, M. L. Henry, R. K. B. Jenkins, T. H. Kunz, M. C. Mc. S. Gonzalez, I. Moya, J. M. Pons, P. A. Racey, K. Rex, E. M. Sampaio, K. E. Stoner, C. C. Voigt, D. V. Staden, C. D. Weise and E. K. V. Kalko, "Species undersampling in tropical bat surveys: effects on emerging biodiversity patterns," *Journal of Animal Ecology*, vol. 84, pp. 113–123, 2015.
- [8] R. Moratelli and H. C. Calisher, "Bats and zoonotic viruses: can we confidently link bats with emerging deadly viruses?," *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, Vol. 110, no. 1, pp. 1-22, 2015.
- [9] A. M. Saéz, S. Weiss, K. Nowak, V. Lapeyre, F. Zimmermann, A. Düx, H. S. Kühl, M. Kaba, S. Regnaut, K. Merkel, A. Sachse, U. Thiesen, L. Villányi, C. Boesch, P.W. Dabrowski, A. Radonić, A. Nitsche, S. A. J. Leendertz, S. Petterson, S. Becker, V. Krähling, E. Couacy-Hymann, C. Akoua-Koffi, N. Weber, L. Schaade, J. Fahr, M. Borchert, J. F. Gogarten, S. Calvignac-Spencer, F. H. Leendertz, "Investigating the zoonotic origin of the West African Ebola epidemic," *Embo Molecular Medicine*, vol. 7, no. 1, pp. 17-23, 2015.
- [10] IUCN, *The IUCN Red List of Threatened Species*, 2015. [Online] Version Available : <http://www.iucnredlist.org>. (September 9, 2015).
- [11] Mildenstein, T., Tanshi, I., and Racey, P. A., *Exploitation of Bats for Bushmeat and Medicine*, In: C. C. Voigt, and T. Kingston (Eds.), *Bats in the Anthropocene: conservation of bats in a changing world*, Switzerland : Springer International, pp. 325-375, 2016.
- [12] Williams-Guillén, K., Olimpi, E., Maas, B., Taylor, P. J., and Arlettaz, R., *Bats in the Anthropogenic Matrix: Challenges and Opportunities for the Conservation of Chiroptera and Their Ecosystem Services in Agricultural Landscapes*, In: C. C. Voigt, and T. Kingston (Eds.), *Bats in the Anthropocene: conservation of bats in a changing world*, Switzerland: Springer International, pp.151-186, 2016.
- [13] K. M. B. Herkt, G. Barnikel, A. K. Skidmore and J. Fahr, "A high-resolution model of bat diversity and endemism for continental Africa," *Ecological Modelling*, vol. 320, pp. 9-28, 2016.
- [14] H. J. Huggel-wolf et M. Huggel-wolf, "La biologie de *Eidolon helvum* (Kerr) (Megachiroptera)," *Acta Tropica*, vol. 22, pp. 1-10, 1965.
- [15] D.W. Thomas, "The annual migration of three species of West African fruit bats (Chiroptera: Pteropodidae)," *Canadian Journal of Zoology*, vol. 61, pp. 2266-2272, 1983.
- [16] C. J. M. Niamien, K. H. Yaokokoré-Béibro, I. Koné, S. S. Yao et K. E. N'Goran, "Données préliminaires sur les habitudes alimentaires des chauves-souris paillées, *Eidolon helvum* (Kerr, 1792) (Chiroptera : Pteropodidae) de la commune d'Abidjan-Plateau (Côte d'Ivoire)," *Agronomie Africaine*, vol. 21, no. 3, pp. 231-240, 2009.
- [17] C. J. M. Niamien, K. H. Yaokokoré-Béibro, I. Koné et K. E. N'Goran, "Données préliminaires sur l'écologie des chauves-souris frugivores de la commune du Plateau (Abidjan, Côte d'Ivoire)," *Sciences et Nature*, vol. 7, no. 1, pp. 21-30, 2010.
- [18] C. J. M. Niamien, B. Kadjo, I. Koné et K. E. N'Goran, "Données préliminaires sur la distribution spatio-temporelle des chauves-souris à tête de marteau, *Hypsignathus monstrosus* H. Allen, 1861, dans la commune du Plateau (Abidjan, Côte d'Ivoire)," *Afrique Sciences*, vol. 11, no. 1, pp. 227-236, 2015 a.
- [19] C. J. M. Niamien, B. Kadjo, D. N. Dago, I. Koné and K. E. N'Goran, "Initial data on poaching of *Eidolon helvum* (Kerr, 1792) near-threatenedspecies in Côte D'Ivoire, West Africa," *European Journal of Scientific Research*, vol. 135, no. 2, pp. 219-227, 2015 b.
- [20] C. J. M. Niamien, B. Kadjo, K. C. H. Koné et K. E. N'Goran, "Ressources alimentaires de *Eidolon helvum* (Kerr, 1792), espèce proche de la menace (Abidjan, Côte d' Ivoire)," *European Scientific Journal*, vol. 13, no. 3, pp. 182-196, 2017.

- [21] S. H. Ghanem and C. C. Voigt, “Increasing awareness of ecosystem services provided by bats,” *Advances in the Study of Behavior*, vol. 44, pp. 279-302, 2012.
- [22] B. Maas, Y. Clough and T. Tschardt, “Bats and birds increase crop yield in tropical agroforestry landscapes,” *Ecology letters*, vol. 16, no. 12, pp. 1480-1487, 2013.
- [23] J. G. Boyles, P. M. Cryan, G. F. Mc cracken and T. H. Kunz, “Economic importance of bats in agriculture,” *Sciences*, vol. 332, pp. 41-42, 2011.
- [24] Fenton, M.B., and Thomas, D.W., *Migrations and dispersal of bats*, In: M.A. Rankin (Eds.), *Migration Mechanisms and adaptative significance*, New-york: University of Texas Marine Science, pp. 409-424, 1985.
- [25] Jones K. E., Russ J. A., Bashta A., Bilhari Z., Catto C., Csósz I., Gorbachev A., Gyórfi P., Hughes A., Ivashkiv I., Koryagina N., Kurali A., Langton S., Collen A., Margiean G., Pandourski I., Parsons S., Prokofev I., Szodoray-Paradi A., Szodoray-Paradi F., Tilova E., Walters C. L., Weatherill A., and Zavarzin O., *Indicator Bats Program: A system for the global acoustic monitoring of bats*, In: B. Collen, N. Pettorelli, J.E.M. Baillie, and S.M. Durant (Eds.), *Biodiversity Monitoring and Conservation*, Cambridge UK: Wiley-Blackwell, pp. 211–247, 2013.
- [27] T. Gordon, *The calling behavior and mating system of a non-lekking population of *Hypsignathus monstrosus**. Ph. D. State University of New York, 2001.
- [28] Y. Brou, *Analyse et dynamique de la pluviométrie en milieu forestier Ivoirien*. Thèse de troisième cycle, Université d’Abidjan, Côte-d’Ivoire, 1997.
- [29] P. Langevin and R. Barclay, “*Hypsignathus montrosus*,” *Mammalian species*, vol. 357, pp. 1-4, 1990.
- [30] Kingdon, J., *Bats Chiroptera*, In: *The Kingdon field guide to African Mammals*, Washington: Princeton University Press, pp. 111-136, 1997.
- [31] Kunz, T.H., Thomas, D.W., Richards, G.C., Tidemann, C.R., Pierson, E.D., and Racey, P.A., *Observational Techniques for Bats*, In: M.S. Foster (Eds.), *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Mammals*, Washington: Smithsonian Institutions Press, pp. 105-114, 1996.
- [32] J. Decher, B. Kadjo, M. Abedi-Lartey, E. O. Tounkara et S. Kante, “Une étude rapide des petits Mammifères (Musaraigne, Rongeurs et Chiroptères) des forêts classées de la Haute Dodo et du Cavally, Côte d’Ivoire,” *Bulletin RAP d’évaluation rapide*, vol. 34, pp. 91-100, 2005.
- [33] J. W. Bradbury, “Lek mating behaviour in the hammer-headed-bat,” *Zeitschrift fur Tierpsychologie*, vol. 45, pp. 225-245, 1977.
- [34] Krebs, C. J., *Mammals*, In: W. J. Sutherland (Eds.), *Ecological Census Techniques*, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 351-369, 2006.
- [35] R. M. Nowak, *Walker’s Mammals of the world*, 6th Ed. Johns Hopkins University Press, 1999.
- [36] S. L. Mann, R. J. Steihl and V. M. Dalton, “Effects of cave tours on breeding *Myotis velifer*,” *Journal of Wildlife Management*, vol. 66, pp. 618-624, 2002.
- [37] B. J. Cardinale, J. E. Duffy, A. Gonzalez, D.U. Hooper, C. Perrings, P. Venail, A. Nar-wani, G. M. Mace, D. Tilman, D. A. Wardle, A. P. Kinzig, G. C. Daily, M. Loreau, J. B. Grace, A. Larigauderie, D.S. Srivastava and S. Naeem, “Biodiversity loss and its impact on humanity,” *Nature*, vol. 486, pp. 59-67, 2012.
- [38] J. Fahr and E. K. V. Kalko, “Biome transitions as centres of diversity: habitat heterogeneity and diversity of West African bat assemblage across spatial scales,” *Ecography*, vol. 34, pp. 177-195, 2011.
- [39] N. R. D. Reis and J. L. Guillaumet, “Les chauves-souris frugivores de la région de Manaus et leur rôle dans la dissémination des espèces végétales,” *Revue d’Ecologie (Terre Vie)*, vol. 38, pp. 147-169, 1983.
- [40] T. T. Caughlin, T. Ganesh and M. D. Lowman, “Sacred fig trees promote frugivore visitation and tree seedling abundance in South India,” *Current Sciences*, vol. 102, no. 6, pp. 918-922, 2012.
- [41] U. G. Sorensen and K. Halgerg, “Mammoth roost of nonbreeding straw-coloured fruit bats *Eidolon helvum* (Kerr, 1792) in Zambia,” *African Journal of Ecology*, vol. 39, pp. 213-215, 2001.
- [42] Stuart, C., and Stuart, T., *Bats en masse*, In: S. Borchert (Eds.), *Africa-environment and wildlife*, Cape town, South Africa: Africa geograpic, pp. 72-76, 2001.
- [43] J. F. Cosson, M. Tranier and F. Colas, “On the occurrence and possible migratory behaviour of the fruit bat *Eidolon helvum* in Mauritania, Africa,” *Journal of African Zoology*, vol. 110, pp. 369-371, 1996.
- [44] L. M. Cisneros, M. E. Fagan and M. R. Willig, “Effects of human-modified landscapes on taxonomic, functional, and phylogenetic dimensions of bat biodiversity,” *Diversity and Distributions*, vol. 21, pp. 523-533, 2015.