



Available online at <http://www.ifgdg.org>

Int. J. Biol. Chem. Sci. 14(2): 465-472, February 2020

ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print)

International Journal
of Biological and
Chemical Sciences

Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Diversité à Ngaoundéré (Adamaoua - Cameroun) des proies de *Myrmeleon quinquemaculatus* Hagen 1853 (Neuroptera : Myrmeleontidae)

Ismaila DJIBO*, Antoine BAKOIDI, Jean MAOGE et Léonard Simon NGAMO TINKEU

Département des Sciences Biologiques, Faculté des Sciences, Université de Ngaoundéré, Cameroun.

*Auteur correspondant, E-mail : ismailadjibo@gmail.com; Tel : +237697831955.

RESUME

La disponibilité des proies, dans le temps et dans l'espace ainsi que leur qualité influencent la stabilité dans les habitats favorables des chasseurs à l'affût comme les larves de fourmilions (Neuroptera : Myrmeleontidae). Les conditions qui favorisent la présence et l'abondance de la proie caractérisent l'habitat favorable qui, dans les hautes savanes guinéennes de l'Adamaoua au Cameroun, est tout au long de l'année, la zone ombragée pour les larves de *Myrmeleon quinquemaculatus* Hagen 1853. Considérant la grande variabilité saisonnière de la flore et de la faune de l'espace d'étude, la présente recherche vise à établir la gamme de proies des larves de *M. quinquemaculatus* ainsi que leurs fluctuations annuelles. Une fois par mois, de juillet 2018 à juin 2019, des puits pièges ont servi à la capture des animaux marcheurs dans les habitats des larves de fourmilions. A la suite de la capture de ces proies potentielles, l'effectivité de leur prédation a été analysée par l'observation du comportement de prédation sur tous ces animaux capturés. La gamme de proies des larves de *M. quinquemaculatus* dans cet habitat est constituée essentiellement d'Arthropodes (Arachnides, Crustacés, Insectes et Myriapodes), parmi eux 85,97% sont des Hyménoptères. Le suivi de la dynamique des populations de prédateur et des proies au cours d'une année a montré que la prédation est plus efficace du fait de l'abondance des proies pendant la saison sèche. Ceci constitue un argument supplémentaire en faveur de la xérophilie des fourmilions.

© 2020 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés: Chasseurs à l'affût, proies, fourmilion, Ngaoundéré.

Diversity in Ngaoundéré (Adamaoua - Cameroon) of *Myrmeleon quinquemaculatus* Hagen 1853 (Neuroptera: Myrmeleontidae) preys

ABSTRACT

Availability of preys, within time and space, and their quality influence stability of sit-and-wait predators as antlion larvae (Neuroptera: Myrmeleontidae), in favourable habitats. Conditions that enhance presence and abundance of prey also characterise the favourable habitat which, in the high Guinean savannahs of the Adamaoua in Cameroon, is throughout the year the shaded area for the larvae of *Myrmeleon quinquemaculatus* Hagen 1853. Considering the great seasonal variability of the flora and fauna of the study area, the present research aimed at establishing the range of prey of the larvae of *M. quinquemaculatus* and their annual fluctuations. Once a month, from July 2018 to June 2019, pitfall traps were used to capture terrestrial animals in antlion larval habitats. Following the capture of these potential preys, the effectiveness of their predation was

© 2020 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v14i2.13>

8405-IJBSC

analysed by observing the predation behaviour of all these captured animals. The prey range of *M. quinquemaculatus* larvae in this habitat consists essentially of Arthropods (Arachnids, Crustaceans, Insects and Myriapods), 85.97% of them being Hymenoptera. Analysis of prey-predator population dynamics throughout a year shown that predation is more efficient during the dry season due to the abundance of prey. This is an additional evidence of xerophily of antlions.

© 2020 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Ambush predators, antlions, Ngaoundéré, prey.

INTRODUCTION

Les prédateurs à l'affût sont sédentaires et attendent que leur proie soit à leur portée pour les capturer. Une telle stratégie de chasse ne peut assurer la survie des chasseurs qui l'adoptent que si la disponibilité des proies dans leur habitat est satisfaisante (Scharf and Ovidia, 2006 ; Elimelech and Pinshow, 2008). La sélection de l'aire de chasse est donc une activité délicate pour leur survie, en plus des facteurs physiques notamment la granulométrie du sol (Farji-Brener, 2003) et les perturbations (Feng, 2010), des facteurs biotiques comme la densité des congénères (Day and Zalucki, 2000 ; Barrion-Dupo et al., 2013) et la densité des proies (Maogé et al., 2014) jouent un rôle important. L'habitat dans lequel se développe la larve de fourmilion est caractérisé par la température (Arnett and Gotelli, 2001 ; Rotkopf et al., 2012 ; Bakoidi et al., 2018), la luminosité (Scharf et al., 2008), l'humidité du sol (Morrison, 2004 ; Miler et al., 2019) qui agissent en même temps sur les proies et sur ces prédateurs. En conséquence, la disponibilité des proies agit sur la stabilité des prédateurs à l'affût dans l'habitat concerné (Elimelech and Pinshow, 2008 ; Hollis et al., 2011).

Les entonnoirs que les larves de fourmilions construisent sont des pièges qui permettent de capturer leurs proies parmi les animaux qui marchent sur le sol. Il y a, de ce fait, une grande diversité des proies potentielles des larves de fourmilion (Morrison, 2004 ; Humeau et al., 2015 ; Anila et al., 2016 ; Ngamo et al., 2016). Tous les animaux terrioles susceptibles de tomber dans un entonnoir de fourmilion peuvent être considérés comme proies. Ces petits

Arthropodes du sol, proies potentielles des larves de fourmilions appartiennent à plus de 14 Ordres des Insectes et Arachnides (Anila et al., 2016 ; Ngamo et al., 2016). Il est cité parmi ces proies potentielles des cloportes, des vers de terre et des mille-pattes (Anila et al., 2016 ; Ngamo et al., 2016). Toutes les captures des entonnoirs ne pouvant pas forcément être des proies pour ces chasseurs, le statut trophique de proie ne doit être confié qu'à l'observation de l'effectivité de la prédation. En outre, la diversité des proies observée dans les précédentes investigations sur des espèces xérophiles se limite à la saison sèche sur des milieux secs, sous les arbres (Ngamo et al., 2016). Les précédents travaux consultés se limitent aux espèces des périodes sèches. L'objectif de ce travail est donc d'établir la gamme de proies des larves de fourmilion *M. quinquemaculatus* présentes toute l'année ainsi que la fluctuation annuelle de ces proies.

MATERIEL ET METHODES

Présentation du site d'étude

Le campus de l'Université de Ngaoundéré, dans le domaine des hautes savanes soudano-guinéennes (Onana, 2018 ; Onana et al., 2019), se situe à 1072 m d'altitude, à 07°25,199' de latitude Nord et à 13°32,742' de longitude Est. Toute l'année, dans cet espace, à l'ombre des immeubles, les larves de *M. quinquemaculatus* construisent des entonnoirs. Tout au long de l'année, deux saisons se succèdent, une saison sèche (5 mois) et une saison de pluie (7 mois). Sur le site d'observation, les précipitations moyennes varient de 1200 mm à 1600 mm avec des températures moyennes mensuelles de l'ordre

de 20 à 28 °C (MINEE, 2009 ; Tchotsoua and Gonne, 2010).

Observation de la fluctuation annuelle des populations larvaires de fourmilion et de leurs proies

Sur un espace de 12 m² à l'ombre, quatre puits-pièges installés de manière aléatoire dans le sol ont permis de capturer mensuellement, de juillet 2018 à juin 2019, les animaux marcheurs sur le site d'étude. Après les captures, les animaux piégés, ramenés au laboratoire de l'Unité de Recherche Entomologique de l'Université de Ngaoundéré, ont été identifiés, dénombrés et conservés par taxon dans un flacon contenant de l'alcool (éthanol) à 95 °C pour identification. Les entonnoirs actifs présents sur le site ont été également comptés mensuellement.

Analyse de la prédation pour identifier les proies effectives des larves de fourmilion

Les spécimens vivants de tous les petits animaux capturés ont été servis aux larves de *M. quinquemaculatus* du stade III pour l'observation du comportement de prédation. Pour chaque proie, quatre répétitions ont été faites. Avant cette prédation, la larve de *M. quinquemaculatus* a été affamée pendant 72 heures et a été considérée pour le test parce qu'elle a construit son entonnoir. A partir de l'introduction de la proie jusqu'à son expulsion hors de l'entonnoir, la durée de la prédation a été enregistrée (Ngamo et al., 2010). Dans le cas de non prédation, la raison probable de cet échec a été recherchée.

RESULTATS

Diversité des individus sur le site d'étude de juillet 2018 à juin 2019

Les animaux capturés sur le site d'observation par les puits-pièges étaient au total 2632 Arthropodes appartenant à quatre

Classes (Arachnides, Crustacés, Insectes et Myriapodes) et à 17 Ordres reconnus. L'Ordre des Hyménoptères concentre l'essentiel des captures et des proies effectives (Tableau 1). Dans les quatre Classes d'Arthropodes présentes, les insectes sont les plus diversifiés et les plus abondants avec 93,37% de captures et 90,56% effectivement consommés par *M. quinquemaculatus* comme proies. Les arthropodes de la Classe des Myriapodes tombent dans les pièges mais ne constituent pas des proies pour les larves de *M. quinquemaculatus*, il en est de même pour les phasmes, les pseudoscorpions et pour les mouches.

Fluctuation annuelle des populations larvaires de fourmilion et de leurs proies

Le nombre d'entonnoirs des fourmilions observés sur l'espace d'étude est variable tout au long de la période d'observation : juillet 2018 à juin 2019 (Figure 1). L'effectif des entonnoirs fonctionnels varie de 1 entonnoir en octobre 2018 et 17 entonnoirs en mars et avril 2019 sur une surface de 12 m². Les plus grands effectifs d'entonnoirs ont été obtenus en saison sèche à partir de janvier jusqu'au mois d'avril : 14, 17, 17 et 14 entonnoirs respectivement. Les faibles effectifs d'entonnoirs ont été observés en saison de pluie. Les individus capturés par les pièges ont aussi présenté une variation de leurs effectifs au cours de l'année. L'effectif le plus faible est obtenu en juillet 2018 et le plus élevé en mai 2019 avec les valeurs respectives de 128 et 416 individus. C'est parmi ces captures que se retrouvent les proies des larves de *M. quinquemaculatus*. Le nombre des proies a également varié tout au long de la période d'étude. Les effectifs des proies ont varié de 67 à 383 avec un minimum et un maximum observés en août 2018 et mai 2019 respectivement.

Tableau 1 : Diversité et importance numérique des Ordres des proies des larves de *Myrmeleon quinquemaculatus* sur le site d'étude de juillet 2018 à juin 2019.

Classes	Ordres	Captures		Proies effectives		Durée d'une prédation (sec)	
		Nombre	%	Nombre	%		
Arachnides (5,51%)	1 Aranea	141	5,36	141	6,36	6752±0	
	2 Pseudoscorpiniida	4	0,15	0	0,00	0	
Crustacés (0,38%)	3 Isopoda	10	0,38	10	0,45	3779±473,74	
	4 Blattoptera	2	0,08	2	0,09	3797±2531,44	
	5 Coleoptera	212	8,05	12	0,54	4639±3266,13	
	6 Dermaptera	19	0,72	19	0,86	2363±0	
	7 Diptera	73	2,77	0	0,00	0	
	8 Ephemeroptera	10	0,38	10	0,45	2264±171,83	
	9 Hemiptera	68	2,58	58	2,62	2938,4±903,41	
	Insectes (93,37%)	10 Hymenoptera	1912	72,64	1906	85,97	2676±266,58
		11 Isoptera	19	0,72	19	0,86	2155±1031,86
		12 Lepidoptera	36	1,37	24	1,08	2357±146,50
13 Orthoptera		98	3,72	8	0,36	2630±0	
14 Phasmida		1	0,04	0	0,00	0	
Myriapodes (0,72%)	15 Protoura (Zygentoma)	8	0,30	8	0,36	3342±257,39	
	16 Julida	18	0,68	0	0,00	0	
	17 Platydesmida	1	0,04	0	0,00	0	
TOTAL		2632	100%	2217 (84,2%)	100%		

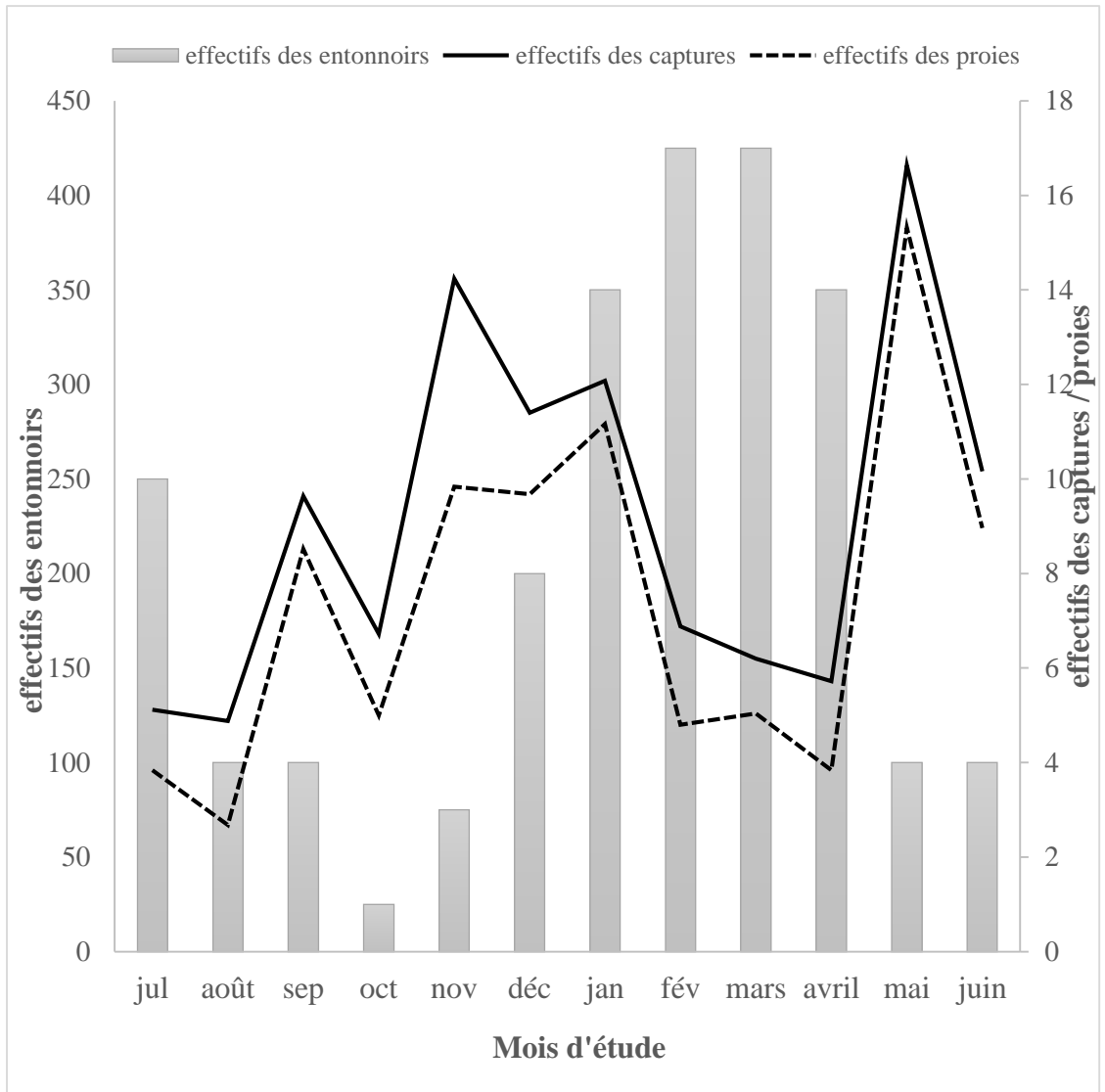


Figure 1 : variation annuelle des captures et des proies des larves de *Myrmeleon quinque maculatus* sur le campus de l'Université de Ngaoundéré.

DISCUSSION

Diversité des proies sur le site d'étude de juillet 2018 à juin 2019

L'abondance des insectes sur le site des larves de *M. quinque maculatus* est en relation avec les résultats des récentes études sur la diversité des proies de fourmilion qui ont montré que les insectes sont les plus nombreux parmi la gamme des proies identifiées (Anila et al., 2016 ; Ngamo et al., 2016). Les résultats sur l'abondance des Hyménoptères sont en accord

avec ceux obtenus par Ngamo et al. (2016) qui ont révélé que les fourmis sont majoritaires et représentent les 40% des potentielles proies présentes sous les arbres. En zone soudano guinéenne, les Hyménoptères seraient alors les plus abondants que ce soit sur milieu semi ouvert sous les arbres (Ngamo et al., 2016) que sur le milieu ombragé où les larves de *M. quinque maculatus* sont présentes toute l'année.

La larve de *M. quinque maculatus* capture des proies dont la taille est comprise

entre 3 et 15 mm qui pourrait constituer leur limite de taille inférieure et supérieure. Les proies de grande taille (supérieure à 15mm) sont capables de détruire l'entonnoir pour s'échapper du piège. Les raisons les plus évidentes pour lesquelles certains individus ont pu s'échapper de l'entonnoir lors du test de prédation sont : le vol, le saut rapide, la taille, l'exosquelette rigide, le déplacement rapide. Il a été aussi remarqué que la larve de *M. quinquemaculatus* ne choisit pas un type de proie particulier, tout dépend de la capacité de celle-ci à s'échapper de son piège ; ceci a déjà été observé par Humeau et al. (2015).

La diversité de la ressource alimentaire est donc fortement impliquée dans la caractérisation de l'habitat des chasseurs à l'affût comme les larves de *M. quinquemaculatus*.

Fluctuation annuelle des populations larvaires de fourmilion et de leurs proies

Les saisons et les conditions climatiques influencent sur l'effectif des entonnoirs avec des conditions qui favorisent leur construction en saison sèche. Les larves de fourmilions construisent davantage des entonnoirs lorsque le sol est sableux et les températures élevées (Farji-Brener, 2003 ; Grimaldi and Engel, 2005) et elles sont par ailleurs contraintes de délocaliser leurs entonnoirs ou de creuser en profondeur pour se mettre à l'abri des fortes précipitations en saison pluvieuse pour attendre que les conditions redeviennent normales (Morisson, 2004 ; Devetak et Arnett, 2015). Les chasseurs à l'affût comme les larves de fourmilion construisent des entonnoirs sur des sites où les chances de captures des proies sont les plus grandes et aussi en fonction de l'abondance des proies (Scharf and Ovidia, 2006 ; Scharf et al., 2009 ; Maogé et al., 2014). La tendance de la dynamique des captures semble se confondre avec celle des proies (Figure 1) pour la raison évidente que les captures sont constituées dans sa majorité des individus considérés comme proies des larves. En saison sèche, de février à avril 2019, il existe une réduction des captures et une augmentation du nombre de proies et des entonnoirs. Ce qui révèle l'efficacité de la

stratégie de recherche de nourriture chez la larve de *M. quinquemaculatus* qui chasse davantage lorsque les proies potentielles se font rares. Durant toute la période d'étude, les proies et les entonnoirs ont été observés sur le site, ce qui pourrait révéler que ces larves de *M. quinquemaculatus* auraient choisi un bon site pour leur alimentation. C'est en saison sèche que les individus capturés sont fortement constitués des proies effectives qui montrent ainsi que ces conditions chaudes permettent aux larves d'avoir plus de chance de s'alimenter où leur stratégie de recherche de nourriture est plus efficace. La disponibilité de la ressource alimentaire dans le temps et en quantité est donc un atout et explique la constante présence de *M. quinquemaculatus* sur le site.

Conclusion

Dans le présent travail où il est question de déterminer la gamme de proies des larves de *M. quinquemaculatus* ainsi que leur fluctuation annuelle, il en ressort que la gamme de proies des larves de *M. quinquemaculatus* dans cet habitat est constituée essentiellement d'Arthropodes (Arachnides, Crustacés, Insectes et Myriapodes) et pas d'Annélides oligochètes comme signalé. Les proies de *M. quinquemaculatus* sont essentiellement des Insectes Hyménoptères : 85,97% des captures. La fluctuation annuelle des populations de prédateur et de proie révèle que c'est pendant la saison sèche qu'il y a l'abondance des entonnoirs et des proies. L'efficacité de la prédation plus marquée en saison sèche est par ailleurs une preuve indéniable de la xérophilie des fourmilions.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont pas de conflit d'intérêts par rapport à cet article.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

ID a assuré la conduite des travaux sur le terrain et la rédaction de la première version du manuscrit. AB a participé à la discussion des protocoles, aux travaux de terrain, à l'amélioration du manuscrit. JM a participé à la révision du protocole expérimental et à la

révision du manuscrit. LSNT a assuré la conception du protocole expérimental, la supervision des travaux et l'amélioration du manuscrit.

REMERCIEMENTS

Les auteurs de cet article témoignent leur reconnaissance au Dr André Prost (Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, France) pour l'identification de ce fourmilion et au Professeur Roberto Pantaleoni (Institut d'Agronomie, Université de Sassari, Italie) pour la bibliographie offerte et ses conseils pour les élevages de ces insectes. Ils expriment aussi leur reconnaissance à tous les collègues de l'Unité de Recherche Entomologique de la Faculté de Sciences de l'Université de Ngaoundéré dont les observations sur les versions antérieures ont permis d'améliorer la présentation de cet article.

REFERENCES

- Anila K, Franczy KK. 2016. An Assessment of Antlion Prey, By Analyzing Its Prey Remnants inside Pits in Selected Districts of Kerala. *International Journal of Recent Scientific Research*, **7** (10): 3782-13786.
- Arnett AE, Gotelli NJ. 2001. Pit-building decisions of larval antlions: effects of larval age, temperature, food, and population source. *Journal of Insect Behavior*, **14** (1): 89-97. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1007853730317>
- Bakoidi A, Djibo I, Dobo F, Maoge J, Tinkeu LSN. 2018. Identification of the Optimum Temperature of *Myrmeleon obscurus* (Rambur, 1842). *Entomology, Ornithology and Herpetology*, **8**: 216. DOI: 10.4172/2161-0983.1000216
- Barrion-Dupo ALA, Banaay CGB, Lambio IAF, Maranan FS, Rabena MAF, Flores RJD, Deyto RC, Manila-Fajardo AC, Lit IL. 2013. Effect of Population Density on Larval Dispersion and Pit Construction of the Antlion, *Myrmeleon angustipennis* Banks (Neuroptera: Myrmeleontidae). *Asian Journal of Biological Sciences*, **6**: 131-137. DOI: 10.3923/ajbs.2013.131.137
- Devetak D, Arnett A. 2015. Preference of antlion and wormlion larvae (Neuroptera: Myrmeleontidae; Diptera: Vermileonidae) for substrates according to substrate particle sizes. *European Journal of Entomology*, **112** (3): 500-509. DOI: 10.14411/eje.2015.052
- Day MD, Zalucki MP. 2000. Effect of density on spatial distribution, pit formation and pit diameter of *Myrmeleon acer* Walker, (Neuroptera: Myrmeleontidae): patterns and processes. *Austral Ecology*, **25**(1): 58-64. DOI:10.1046/j.1442-9993.2000.01032.x
- Elimelech E, Pinshow B. 2008. Variation in food availability influences prey-capture method in antlion larvae. *Ecological Entomology*, **33**(5): 652-662. DOI: 10.1111/j.1365-2311.2008.01016.x.
- Farji-Brener AG. 2003. Microhabitat selection by antlion larvae, *Myrmeleon crudelis*. Effect of soil particle size on pit-trap design and prey capture. *Journal of Insect Behaviour*, **16**: 783-796. DOI: <https://doi.org/10.1023/B:JOIR.0000018320.99463.ee>
- Feng A. 2010. Effects of rain and foot disturbances on pit size and location preference of antlions (*Myrmeleon immaculatus*). University of Michigan Biological Station, *EEB 381 Ecology*, 1-12. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1002632107>
- Grimaldi D, Engel MS. 2005. *Evolution of the Insects*. Cambridge University Press: New York, NY; 772p.
- Hollis KL, Cogswell H, Snyder K, Guillette LM, Nowbahari E. 2011. Specialized learning in antlions (Neuroptera: Myrmeleontidae), pit-digging predators, shortens vulnerable larval stage. *PLoS One*, **6**: e17958. DOI: 10.1371/journal.pone.0017958
- Humeau A, Rouge J, Casas J. 2015. Optimal range of prey size for antlions. The Royal Entomological Society. *Ecological Entomology*, **40**: 776-781. DOI: 10.1111/een.12254.
- Maogé J, Ngamo LST, Michel B, Prost A. 2014. Spatial distribution of the pit

- builders antlion's larvae (Neuroptera: Myrmeleontidae) in the septentrional regions of Cameroon (Central Africa). *International Journal of Scientific and Research Publications*, **4** : 1-10.
- Miler K, Yahya BE, Czarnoleski M. 2019. Substrate moisture, particle size and temperature preferences of trap-building larvae of sympatric antlions and wormlions from the rainforest of Borneo. *Ecological Entomology*, **44** : 488-493. DOI: 10.1111/een.12725
- MINEE. 2009. Plan d'action national de gestion intégrée des ressources en eau (PANGIRE), état des lieux du secteur eau et environnement. *Global water partnership*, 235p.
- Morrison LW. 2004. Spatiotemporal variation in antlion (Neuroptera: Myrmeleontidae) density and impacts on ant (Hymenoptera: Formicidae) and generalized arthropod foraging. *Annals of the Entomological Society of America*, **97**: 913-922. DOI: 10.1603/0013-8746(2004)097[0913:svianm]2.0.co;2
- Ngamo TSL, Maoge J, Bello AAB. 2010. Predation of *Myrmeleon obscurus* (Navas, 1912) (Neuroptera: Myrmeleontidae) on the ground ant *Myrmecaria opaciventris* EMERY (Formicidae: Myrmicinae). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **4**(2): 509-514. DOI: 10.4314/ijbcs.v4i2.58162
- Ngamo TLS, Maogé J, Thomas K. 2016. Diversity of pit building antlions (Neuroptera: Myrmeleontidae) and their potential preys in the sudano Guinean zone of Cameroon. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, **4**(1): 198-202.
- Onana JM. 2018. Cartographie des écosystèmes du Cameroun. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **12**(2): 940-957. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i2.25>
- Onana JM, Fobane JL, Biye EH, Tchatchouang EN, Mbolo MMA. 2019. Habitats naturels des écosystèmes du Cameroun. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **13**(7): 3247-3265. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i7.22>
- Rotkopf R, Barkae ED, Bar-Hanin E, Alcalay Y, Ovadia O. 2012. Multi-axis niche examination of ecological specialization: responses to heat, desiccation and starvation stress in two species of pit-building antlions. *Journal PLoS One* **7**, e50884. DOI: 10.1371/journal.pone.0050884
- Scharf I, Ovadia O. 2006. Factors influencing site abandonment and site selection in a sit and wait predator: A review of pit-building antlion larvae. *Journal of Insect Behavior*, **19** : 197-218. DOI: 10.1007/s10905-006-9017-4
- Scharf I, Subach A, Ovadia O. 2008. Foraging behaviour and habitat selection in pit-building antlion larvae in constant light or dark conditions. *Animal Behaviour*, **76**: 2049-2057. DOI: 10.1016/j.anbehav.2008.08.023
- Scharf I, Golan B, Ovadia O. 2009. The effect of sand depth, feeding regime, density, and body mass on the foraging behaviour of a pit-building antlion. *Ecological Entomology*, **34**: 26-33. DOI:10.1111/j.1365-2311.2008.01038.x
- Tchotsoua M, Gonne B. 2010. Des crises socio-économiques aux crises environnementales sur les hautes terres de l'Adamaoua, Cameroun. *Savanes africaines en développement : innover pour durer*, Cirad, 9 p.