

Prévalence et abondance de *Charletonia cameroonensis* Haitlinger & Kekeunou 2014 (Acari : Erythraeidae) parasite de *Zonocerus variegatus* (Linnaeus 1758) (Orthoptera : Pyrgomorphidae) dans la zone côtière du Cameroun

KEKEUNOU Sévilor^{1*}, YETCHOM FONDJO Jeanne Agrippine², AKONO-NTONGA Patrick², MISSOUP Alain Didier², NZOKO FIEMAPONG Armand Richard¹

¹Laboratoire de Zoologie, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, Cameroun.

²Laboratoire de Biologie et Physiologie Animales, Faculté des Sciences, Université de Douala, Cameroun.

Correspondance : Sévilor KEKEUNOU, BP812 Yaoundé, Cameroun.

skekeunou@uy1.uninet.cm / skekeunou@gmail.com, tél : (+237) 75278164 / 94483162.

Original submitted in on 23rd June 2016. Published online at www.m.elewa.org on 31st August 2016

<http://dx.doi.org/10.4314/jab.v104i1.9>

RÉSUMÉ

Objectifs : La recherche d'une stratégie de protection des cultures vivrières contre le criquet ravageur *Zonocerus variegatus* (Linnaeus 1758) (Orthoptera : Pyrgomorphidae) a consisté à étudier chez cet hôte, la prévalence et l'abondance de *Charletonia cameroonensis* Haitlinger & Kekeunou 2014 (Acari : Erythraeidae) dans la zone côtière du Cameroun.

Méthodologie et résultats : Les captures et observations ont été menées hebdomadairement d'avril 2013 à avril 2014 à Logbessou, un quartier de la banlieue Nord-est de la ville de Douala. Pendant une heure (8h30-9h30), les individus de *Z. variegatus* ont été capturés et *C. cameroonensis* a été énuméré sur tout le corps de chacun. Il apparaît que *C. cameroonensis* est un ectoparasite permanent de *Z. variegatus*, puisqu'il a été rencontré durant toute la période d'étude et sur la quasi-totalité des stades post-embryonnaires. Sa prévalence a atteint 21,40 %. Le pourcentage d'infestation a significativement augmenté du stade larvaire 1 (4,14%) au stade adulte (67,58%). Ce pourcentage d'infestation a été plus élevé en saison pluvieuse (31,02%) qu'en saison sèche (7,69%). L'abondance de *C. cameroonensis* a varié de 0 à 23 individus parasites par individu de *Z. variegatus*. Cette abondance s'est accrue du stade larvaire 1 au stade adulte. *C. cameroonensis* a été présent sur les trois tagmes de *Z. variegatus*, avec une charge significativement plus élevée sur le thorax et principalement au niveau des ailes. Une corrélation significativement positive a été obtenue entre l'abondance du parasite et la taille des populations du ravageur.

Conclusions et application des résultats : Ces résultats préliminaires apportent des connaissances qui pourraient être approfondies dans le cadre d'études ultérieures pour une exploitation de *C. cameroonensis* dans une optique de lutte biologique contre *Z. variegatus*.

Mots clés : Abondance, prévalence, *C. cameroonensis*, *Z. variegatus*, Zone côtière.

ABSTRACT

Objectives: The search for a strategy to protect food crops against *Zonocerus variegatus* (Linnaeus 1758) (Orthoptera : Pyrgomorphidae) was to investigate the prevalence and abundance of *Charletonia cameroonensis* Haitlinger & Kekeunou 2014 (Acari : Erythraeidae) in the coastal area of Cameroon.

Methodology and results : Catches and observations were conducted weekly from April 2013 to April 2014 in Logbessou, a sub-urban North-East of Douala. For one hour (8:30 to 9:30), individuals of *Z. variegatus* (all stages combined) were captured and the distribution of *C. cameroonensis* on each insect was recorded. It appears that *C. cameroonensis* was a permanent parasite of *Z. variegatus*. Parasite prevalence reached 21.40 %; this prevalence increased significantly from the stage 1 larva population (4.14%) to adult stage (67.58%). Parasite prevalence was higher during the rainy season (31.02%) than during the dry season (7.69%). *C. cameroonensis* abundance varied from 0-23 (averagely 0.54 ± 1.65 parasites per host). This abundance also increased significantly from stage 1 larva (0.05 ± 0.24 parasites per host) to adult (2.36 ± 3.4 parasites per individual host). *C. cameroonensis* was present on the three body regions of the host, with a significantly greater parasite load on the thorax and more precisely on the wings. A significantly and positive correlation has been established between the parasite abundance and the size of *Z. variegatus* population.

Conclusion and application of results: These preliminaries results provides important information that could be explored in future studies in the context of biological control of *Z. variegatus* by *C. cameroonensis*.

Keywords : Abundance, prevalence, *C. cameroonensis*, *Z. variegatus*, Coastal zone

INTRODUCTION

Le criquet puant, *Zonocerus variegatus* (Linnaeus 1758), est un ravageur polyphage des cultures connu dans une vingtaine de pays d'Afrique Centrale et de l'Ouest où il est retrouvé en zones de forêt et de savane (Chiffaud & Mestre, 1990). Dans les forêts humides du Sud-Cameroun, *Z. variegatus* représente le troisième insecte nuisible derrière les cochenilles et les foreurs de tiges (Kekeunou et al., 2006a). C'est un insecte sédentaire qui évite le sous-bois forestier et préfère les végétations herbeuses (Kekeunou et al., 2007a). Il se développe dans la végétation naturelle en 7 stades post-embryonnaires, parmi lesquels six sont larvaires. Il s'attaque à environ 64 espèces de plantes cultivées, au rang desquelles le manioc, le taro, la patate douce, le haricot, le soja (Chiffaud & Mestre, 1990). Des pertes de rendement à hauteur de 50% lui ont été imputées sur la culture du manioc au Nigéria (Modder, 1994). Dans ce même pays, *Z. variegatus* est impliqué dans la transmission du virus de la mosaïque du gombo et du niébé (De Grégorio, 1989) et serait vecteur de viroses et des bactérioses sur les cultures vivrières (Chapman et

al., 1986 ; Modder, 1994). Face à l'ampleur des dégâts causés par ce ravageur, plusieurs moyens de protection des plantes sont envisagés parmi lesquels la lutte chimique reste la plus répandue, bien que les effets néfastes sur l'environnement et l'Homme l'ait rendu peu recommandable. Le développement de nouveaux moyens de lutte est devenu une priorité mondiale dans la filière agropastorale (Kekeunou et al., 2006b). La collecte des stades épigés de *Z. variegatus* (lutte physique) et le sarclage des sites de pontes (lutte écologique) sont pénibles (Modder, 1986). Certains auteurs tels que Chiffaud & Mestre (1990) ont préconisé l'utilisation des plantes-pièges qui concentrent les stades épigés et endogés de *Z. variegatus* et facilitent ainsi le traitement chimique à de faibles doses. A cet effet, les résultats obtenus sur *Chromolaena odorata* sont prometteurs (Kekeunou et al., 2007b ; Kekeunou et al., 2010). Les recherches dans le domaine de la lutte biologique basée sur l'utilisation des diptères, *Blaesoxipha filipjevi*, *Megaselia scalaris* et un champignon, *Entomophaga grylli* (Chiffaud & Mestre, 1990) n'ont pas donné des résultats

satisfaisants. L'utilisation du champignon entomopathogène *Metarhizium flavoviride* (Deuteromycotina : Hyphomycètes) a abouti à la production d'un biopesticide dit "green muscle", efficace en zone de savane (Lomer et al., 1997) et peu efficace dans les champs des zones forestières. Cependant, les recherches dans le domaine de la lutte biologique se poursuivent. C'est une méthode écologiquement acceptable qui prend en compte la protection de l'environnement par l'utilisation des ennemis naturels de *Z. variegatus*. C'est dans ce sens que nous étudions les interactions entre l'acridien et les acariens. Les acariens du genre *Charletonia* sont des ectoparasites appartenant à la famille des Erythraeidae. Les espèces du genre *Charletonia* sont largement réparties dans le monde. On rencontre : *Charletonia domawiti* et *Charletonia salazari* au Costa Rica (Haitlinger, 2004),

Charletonia behbanensis en Iran (Haitlinger & Saboori, 2008), *Charletonia canadiensis* au Canada, *Charletonia talebii* en Iran (Sedghi et al., 2010), *Charletonia justynae* à Madagascar, *C. beninensis* et *C. ghanensis* au Bénin et au Ghana respectivement (Haitlinger, 2007). Plusieurs espèces de ce genre viennent d'être signalées sur *Z. variegatus* au Cameroun : *Charletonia justynae*, *Charletonia cameroonensis* (Haitlinger et al., 2014) et *Charletonia* sp. (Kekeunou et al., 2015). Le statut de *Charletonia* sp. est connu en zone forestière semi-décidue (Kekeunou et al., 2015). *Charletonia cameroonensis* est l'espèce connue sur *Z. variegatus* en zone côtière et aucune donnée sur la bio-écologie n'est disponible dans la littérature. La présente étude traite de quelques aspects bioécologiques de *C. cameroonensis* ectoparasite de *Z. variegatus*.

MATERIEL ET METHODES

Site d'étude : Notre étude a été menée d'avril 2013 à avril 2014 dans la zone côtière du Cameroun (Région du Littoral), plus précisément à Logbessou, un quartier de la banlieue Nord-Est de la ville de Douala. De coordonnées géographiques 04°04'40 Nord et 09° 47'03 Est (précision ± 3m), Logbessou est fortement dégradé par les activités anthropiques et l'agriculture urbaine y est pratiquée en permanence. Dans ce site, la végétation naturelle est dominée par *Alchornea cordifolia* (Schum.&Thonn.) Müll.-Arg. (Euphorbiaceae), *Chromolaena odorata* (L.) R.M.King & H.Rob.1975 (Asteraceae) et *Panicum maximum* Jacq. (Poaceae), ainsi que quelques espèces de plantes annuelles et pérennes. Le climat est de type équatorial camerounien. La pluviométrie est globalement élevée, supérieure à 3500 mm d'eau par an avec une distribution uni-modale (deux saisons). La saison des pluies s'étend de mi-mars à mi-octobre et la saison sèche s'étend de mi-octobre à mi-mars. L'amplitude thermique est faible, avec une moyenne de température proche de 27°C ; l'hygrométrie est de 75 à 95%.

Prise d'échantillons de *Z. variegatus* et énumération de *C. cameroonensis* dans le milieu naturel : Les échantillons de *Z. variegatus* ont été collectés à l'aide d'un filet fauchoir ou à la main pendant une période de 60 min (8h30-9h30) dans une

végétation herbeuse de plus d'un ha. Pendant une heure, la parcelle d'étude a été prospectée à partir d'un point choisi au hasard sur le terrain. Juste après sa capture, le spécimen a été provisoirement conservé dans un petit sac aéré. Pour chaque individu capturé, les paramètres stade de développement, sexe, nombre et distribution du parasite (*C. cameroonensis*) sur le corps de l'animal ont été consignés sur une fiche de collecte des données. Le comptage des ectoparasites a été fait à l'aide d'une loupe à main. Les stades de développement de *Z. variegatus* ont été identifiés in situ à l'œil nu sur la base des critères proposés par Chiffaud & Mestre (1990). Une loupe à main a été indispensable pour les jeunes larves (stade 1-3). A la fin des observations, les individus capturés ont été relâchés dans le site d'étude.

Analyses statistiques : Les analyses statistiques ont été faites à partir des différentes procédures du logiciel SAS 9.1. Proc freq nous a permis de calculer la prévalence de *Charletonia cameroonensis*. La prévalence et l'abondance de *C. cameroonensis* dans les populations de *Z. variegatus* ont été définies selon Bush et al. (1997). Le test de Chi-deux a été utilisé pour comparer les valeurs des prévalences entre les deux populations annuelles de *Z. variegatus*, entre les sexes, entre les stades post-embryonnaires et entre les saisons. L'abondance du parasite a été établie à l'aide

du proc means (SAS 9.1). La normalité des distributions a été vérifiée au moyen des tests de Shapiro-wilk ou d'Anderson-Darling en absence de normalité nous avons utilisé les tests non paramétriques de Kruskal-Wallis et W de Wilcoxon pour comparer l'abondance de *C. cameroonensis* entre les deux populations annuelles, les sexes, les stades post-embryonnaires de *Z. variegatus* et les saisons. Le

test de corrélation de Spearman nous a permis d'établir la relation linéaire entre l'abondance de *Z. variegatus* et celle de *C. cameroonensis* d'une part, et d'autre part entre l'abondance de *C. cameroonensis* et la pluviosité. A l'occasion de chaque analyse, le paramètre testé était considéré comme significativement différent lorsque la valeur de probabilité obtenue était inférieure à 0,05.

RESULTATS

Prévalence de *Charletonia cameroonensis* dans les populations de *Zonocerus variegatus* : La prévalence de *C. cameroonensis* dans les populations de *Z. variegatus* a été de 21,40%. Elle a augmenté du premier stade larvaire au stade adulte, surtout dans la seconde population annuelle. Elle a été plus élevée dans la première population annuelle que dans la seconde (Tableau 1). Dans la première population

annuelle de *Z. variegatus*, le pourcentage d'infestation de *C. cameroonensis* a été significativement plus élevé pendant la saison des pluies (31,02%) que pendant la saison sèche (7,69%) ; il a montré une situation inverse dans la seconde population. L'occurrence de *C. cameroonensis* n'a pas été différente entre les deux sexes.

Tableau 1 : Taux d'infestation (%) de *Charletonia cameroonensis* dans deux populations de *Zonocerus variegatus* de la localité de Logbessou à Douala

Populations	Larve de stade 1	Larve de stade 2	Larve de stade 3	Larve de stade 4	Larve de stade 5	Larve de stade 6	Adulte	Valeur de X ²	Valeur de p	Total
Première	16,67 (2)	0 (0)	16,67 (3)	21,43 (3)	33,33 (5)	83,33 (5)	100 (3)	2,14	0,83	26,58 (21)
Seconde	3,68 (12)	7,53 (22)	13,64 (54)	16,25 (13)	23,47 (23)	39,87 (61)	67,13 (145)	284,90	<0,0001	21,14 (330)
Valeur de X ²	7,14	0	45,64	6,25	11,58	47,52	136,24			272,03
Valeur de p	0,008	-	<0,0001	0,01	0,0007	<0,0001	<0,0001			<0,0001
Total	4,14 (14)	7,26 (22)	13,77 (57)	17,02 (16)	24,78 (28)	41,51 (66)	67,58 (148)	271,80	<0,0001	21,40 (351)

Le nombre d'individus parasités est entre parenthèse.

Abondance de *Charletonia cameroonensis* dans les populations de *Zonocerus variegatus* : L'abondance de *C. cameroonensis* a varié de 0 à 23 (en moyenne $0,54 \pm 1,65$ parasite par individu hôte). Elle a augmenté significativement ($p=0,0001$) du stade larvaire 1 ($0,05 \pm 0,24$) au stade adulte ($2,36 \pm 3,4$). Les adultes et les larves de stade 6 ont été plus infectés que les stades jeunes. *C. cameroonensis* a été légèrement plus abondant dans la première population annuelle ($0,61 \pm 1,29$) que dans la deuxième ($0,53 \pm 1,67$ parasite

par individu hôte) (Tableau 2). Aucune variation significative n'a été observée entre l'abondance des mâles et celle des femelles. Dans la première population annuelle, l'abondance de *C. cameroonensis* n'a pas été affectée par la saisonnalité alors que dans la seconde, elle l'a été ; dans cette seconde population, l'abondance de *C. cameroonensis* a été plus forte pendant la saison des pluies ($0,83 \pm 2,07$) que pendant la saison sèche ($0,08 \pm 0,36$) (Tableau 3).

Tableau 2 : Abondance de *Charletonia cameroonensis* dans deux populations de *Zonocerus variegatus* dans la localité de Logbessou à Douala

Populations	Larve de stade 1	Larve de stade 2	Larve de stade 3	Larve de stade 4	Larve de stade 5	Larve de stade 6	Adulte	Valeur de Z	Valeur de P	Moyenne
Première	0,25 ± 0,62 0-2 (12)	0 ± 0 0-0 (11)	0,22±0,55 0-1 (18)	0,21±0,43 0-1 (14)	0,8±1,42 0-4 (15)	2±1,67 0-4 (6)	4,67±1,15 4-6 (3)	229,23	<0,0001	0,61±1,29 (79)
Seconde	0,04±0,21 0-2 (326)	0,09 ± 0,31 0-2 (292)	0,19 ± 0,56 0-5 (396)	0,21± 0,59 0-4 (80)	0,4±1,05 0-7 (98)	1,05±2,0 0-11 (153)	2,33±3,41 0-23 (216)	453,67	<0,0001	0,53±1,67 0-23 (1561)
Valeur de Z	2,25	-0,94	0,38	0,42	1,03	2,10	2,07			471,26
Valeur de P	0,02	0,35	0,70	0,68	0,3	0,04	0,04			<0,0001
Moyenne	0,05±0,24 0-2 (338)	0,082±0,31 0-2 (303)	0,19±0,55 0-5 (414)	0,21±0,57 0-4 (94)	0,45±1,11 0-7 (113)	1,09±1,99 0-11(159)	2,36±3,4 0-23 (219)			0,54±1,65 0-23 (1640)

Z est la valeur du test W de Wilcoxon

Tableau 3 : Abondance de *C. cameroonensis* dans les deux populations de *Z. variegatus* en fonction des saisons dans la localité de Logbessou à Douala

Populations	Saisons	Larve de stade 1	Larve de stade 2	Larve de stade 3	Larve de stade 4	Larve de stade 5	Larve de stade 6	Adulte	Valeur de Z	Valeur de P	Total
Première	Pluvieuse	0,6±0,89 0-2 (5)	0±0 0-0 (3)	0,29±0,76 0-2 (7)	0,2±0,45 0-1 (5)	0±0 0-0 (2)	-	4±0 4-4 (1)	7,35	0,20	0,43±0,99 0-4 (23)
	Sèche	0±0 0-0 (7)	0±0 0-0 (8)	0,18±0,4 0-1 (11)	0,22±0,44 0-1 (9)	0,92±1,50 0-4 (13)	2±1,67 0-4 (6)	5±1,41 4-6 (2)	24,42	0,0004	0,68±1,39 0-6 (56)
	Valeur de Z	1,62	0,00	0,00	0,00	-0,91	-	0,00			-0,62
	Valeur de P	0,1	1,000	1	1	0,36	-	1			0,53
Seconde	Pluvieuse	0,07±0,26 0-1 (15)	0,12±0,37 0-2 (68)	0,20±0,57 0-5 (313)	0,21±0,59 0-4 (80)	0,40±1,05 0-7 (98)	1,05±2 0-11 (153)	2,32±3,41 0-23 (215)	234,52	<0,0001	0,83±2,07 0-23 (942)
	Sèche	0,04±0,21 0-2 (311)	0,08±0,30 0-2 (224)	0,15±0,50 0-3 (84)	-	-	-	5±0 5-5 (1)	25,29	<0,0001	0,08±0,36 0-5 (620)
	Valeur de Z	0,62	0,98	-0,84	-	-	-	1,23			-12,23
	Valeur de P	0,54	0,33	0,4	-	-	-	0,21			<0,0001

Z est la valeur du test W de Wilcoxon

Distribution de *Charletonia cameroonensis* sur les différents tagmes de *Zonocerus variegatus* : *C. cameroonensis* parasite tous les tagmes de *Z. variegatus*. L'abondance a été plus élevée sur le thorax (0,50±1,59), intermédiaire sur l'abdomen (0,03±0,19) et plus faible sur la tête (0,01± 0,13) (Figure 1). *C.*

cameroonensis a été plus abondant sous les ailes (0,38±1,51) que sur les pattes (0,07±0,31) et le corps du thorax (0,04±0,23). Les plus jeunes larves (larves de stade 1, 2 et 3) n'ont pas été infectées au niveau des ébauches alaires (Figure 2).

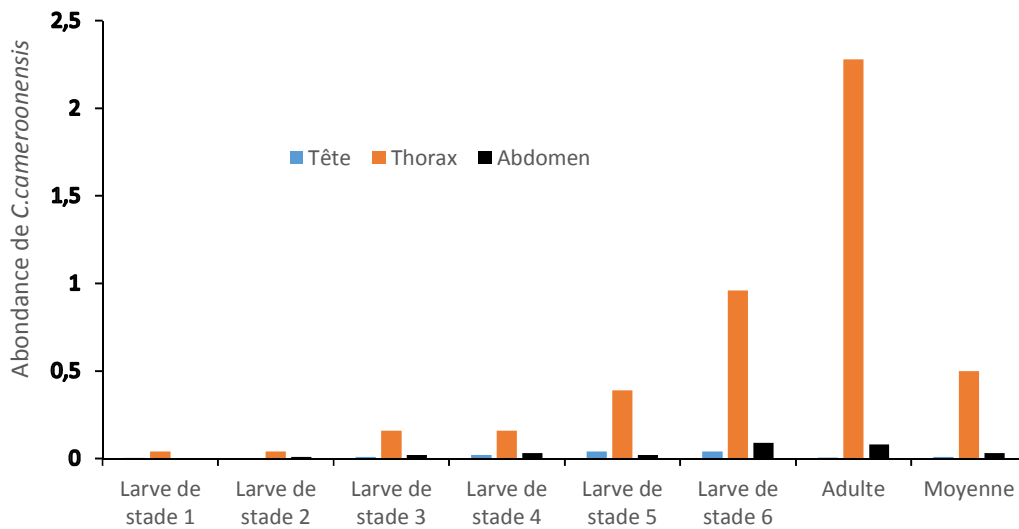


Figure 1 : Abondance de *Charletonia cameroonensis* sur les différents tagmes de *Zonocerus variegatus* dans la localité de Logbessou à Douala

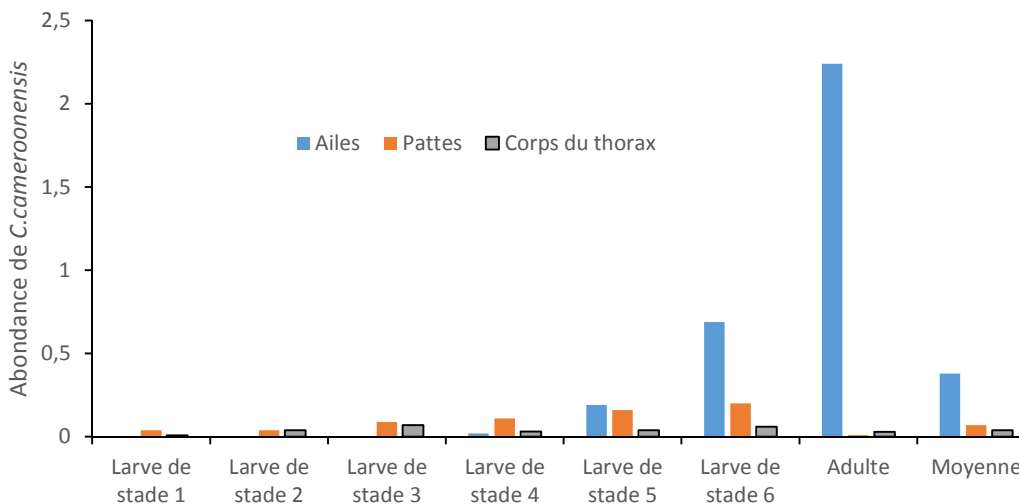


Figure 2 : Distribution et abondance de *Charletonia cameroonensis* sur le thorax de *Zonocerus variegatus* dans la localité de Logbessou à Douala

Relation entre l'abondance de *Z. variegatus* et l'abondance de *Charletonia cameroonensis* : *C. cameroonensis* et *Z. variegatus* ont été présents tout au long de l'année dans les végétations herbeuses de Logbessou. Quel que soit le stade de développement de *Z. variegatus* considéré, l'abondance de *C. cameroonensis* a significativement augmenté avec

celle de *Z. variegatus* (Tableau 4). Chez les jeunes larves (stades 1-3) de *Z. variegatus*, l'abondance a augmenté avec la diminution de la pluviosité. Cette relation n'a pas été significative chez les larves âgées. Par contre, chez l'adulte de *Z. variegatus*, la charge parasitaire a significativement augmenté avec la pluviosité (Tableau 4).

Tableau 4 : Relation entre l'abondance de *Zonocerus variegatus*, de *Charletonia cameroonensis* et la pluviosité dans la localité de Logbessou à Douala

	Larve de stade 1	Larve de stade 2	Larve de stade 3	Larve de stade 4	Larve de stade 5	Larve de stade 6	Adulte	Total
Abondance de <i>C. cameroonensis</i>	0,57***	0,58***	0,80***	0,82***	0,79***	0,96***	0,72***	0,26
Pluviosité	-0,61***	-0,54***	-0,50***	-0,25	-0,08	0,29	0,86***	-0,12
Parasite/Pluviosité	-0,30*	-0,29*	-0,33*	-0,16	-0,16	0,22	0,61***	0,45***

Les valeurs du tableau représentent le r de Spearman ; * : significatif ; ** : hautement significatif ; *** : très hautement significatif.

DISCUSSION

L'étude montre que les acariens ectoparasites de *Z. variegatus* dans les agro-écosystèmes de Yaoundé (Kekeunou et al., 2015) et de Douala sont tous du genre *Charletonia*. *Charletonia cameroonensis* est l'unique espèce identifiée jusqu'ici à Douala alors que trois espèces sont connues à Yaoundé : *Charletonia* sp., *C. cameroonensis* et *C. justinae* (Haitlinger et al., 2014, Kekeunou et al., 2015). La présence de *Eutrombidium* sp. (Eutrombididae) sur *Z. variegatus* au Bénin (Paraiso et al., 1991) montre que *Z. variegatus* est parasité par plusieurs espèces et plusieurs familles d'acariens dans son aire de distribution. Le fait que *Charletonia cameroonensis* soit présent durant toute l'année dans les populations de *Z. variegatus* suggère que cet acarien est un parasite permanent à Douala comme *Charletonia* sp. l'est à Yaoundé (Kekeunou et al., 2015). La faible prévalence (21,40%) de *C. cameroonensis* sur *Z. variegatus* à Logbessou (Douala) est proche de celle de *Eutrombidium* sp. sur *Hieroglyphus oryzivorus* (18,25%) au Pakistan (Sultana et al., 2012) ; elle est deux fois plus forte que celle de *Eutrombidium* sp. sur *Hieroglyphus nigrorepletus* (12,86%) et *Hieroglyphus perpolita* (12,31%) au Pakistan (Sultana et al., 2012) ; elle est plus faible que celle de *Charletonia* sp. (30,68%) obtenue sur *Z. variegatus* dans les agro-écosystèmes de Yaoundé

(Kekeunou et al., 2015) et de *Eutrombidium* sp. (30%) obtenue au mois de décembre sur *Z. variegatus* dans les végétations herbeuses de Lama (Bénin) (Paraiso et al., 1991) ; elle est environ quatre fois plus faible que celle des larves de *Allothrombium* (90%) obtenue sur le criquet bourdonnant *Sphingonotus savignyi* Sauss en Inde (Chandra, 1984). La prévalence des acariens sur les acridiens dépend donc de l'espèce parasite et de l'espèce d'acridien concernée. La variation saisonnière de la prévalence observée dans cette étude a été aussi rapportée par Kekeunou et al. (2015) dans les populations de *Charletonia* sp., parasite de *Z. variegatus* dans les agro-systèmes de Yaoundé. Cependant, nos prévalences ont été plus élevées pendant la saison des pluies (31,02%) alors que dans les agro-écosystèmes de Yaoundé, ils ont été plus élevés pendant la grande saison pluvieuse (49,30%) et pendant la petite saison sèche (69,96%) (Kekeunou et al., 2015). Ceci montre qu'en zone équatoriale, quel que soit la variante climatique considérée, la saisonnalité a une influence sur la prévalence de *C. cameroonensis* sur *Zonocerus variegatus*. L'abondance de *C. cameroonensis* sur *Z. variegatus* a varié de 0-23 individus (soit une moyenne de $0,54 \pm 1,65$ parasite par individu hôte). Cette abondance est plus faible que celle obtenue sur *Z. variegatus* dans les agro-

écosystèmes de Yaoundé avec *Charletonia* sp. (0-47 parasites) (Kekeunou et al., 2015) ; elle est en outre plus faible que celle du Trombidiidae sp., un acarien parasite des populations de criquets (1-41 parasites) aux États Unis (Hostetter, 1998) ; elle est également plus faible que celle des acariens parasites de *Z. variegatus* (45 Acariens) dans la forêt Lama (Bénin) (Paraiso et al., 1991). L'augmentation de l'abondance de *C. cameroonensis* du stade larvaire 1 au stade adulte observée dans cette étude, a été aussi rapportée par Kekeunou et al. (2015) dans les agro-systèmes de Yaoundé avec *Charletonia* sp., acarien parasite de *Z. variegatus*. Ceci suggère que le nombre de parasites augmenterait avec la taille de l'hôte. L'étude montre que le sexe de l'hôte n'a pas d'effet sur l'abondance *C. cameroonensis*. Ce résultat est contraire à celui de Severin (1944), dans les populations de *Eutrombidium locustarum*, acariens ectoparasites du criquet *Dissostertia carolina* (L.), où une femelle pouvait héberger à elle seule 175 acariens. Ceci suggérerait que la différence de taille (en faveur des femelles) observée chez *Z. variegatus*, n'est pas suffisante pour entraîner plus de parasites chez la femelle. L'abondance de *C. cameroonensis* observée au cours de cette étude est par ailleurs plus importante pendant la saison des pluies par rapport à la saison sèche. Cette variation saisonnière de l'abondance a été aussi rapportée par Kekeunou et al. (2015) dans les agro-systèmes de Yaoundé avec *Charletonia* sp., parasite de *Z. variegatus*; elle a également été rapportée par Belovsky et al. (2015) à l'Ouest-Montana (USA), avec l'acarien rouge *Eutrombidium locustarum*,

parasite du criquet *Melanoplus sanguinipes* et un autre acarien rouge encore non identifié jusqu'ici, parasite du criquet *Ageneotetti deorum*. Ceci pourrait être lié au fait que l'humidité est indispensable pour la multiplication des Acariens, et donc de *C. cameroonensis*. Donc, l'abondance des acariens pourrait être limitée par le drainage du sol. La forte concentration du parasite sur le thorax et principalement au niveau des ailes de *Z. variegatus*, a également été signalé aux États Unis par Hostetter (1998) dans les populations de Trombidiidae, acariens parasites de criquets ; ce résultat a aussi été rapporté aux États Unis, Ouest-Montana par Belovsky et al. (2015) dans les populations de *Eutrombidium locustarum*, acariens parasites de *Melanoplus sanguinipes*. Cette installation préférentielle des acariens sous les ailes serait liée à la consistance molle de la base de cet organe. Cette concentration des effectifs de l'acarien sous les élytres et les ailes membraneuses de *Z. variegatus* entrainerait une destruction des ailes qui serait préjudiciables à la survie des adultes de *Z. variegatus* et pourrait être étudiée de façon approfondie dans la recherche des stratégies de lutte biologique contre *Z. variegatus*. Cependant, Belovsky et al. (2015) ont signalé que l'acarien rouge non identifié et ectoparasite du criquet *Ageneotetti deorum*, ne parasitait que les pattes et les antennes de son hôte ; par ailleurs, Key (1994) a signalé que le principal site d'attachement de l'acarien *Eutrombidium australiense* sur le criquet était l'insertion des pattes postérieures, suivi du prosternum. Ceci montre que la préférence de la base de l'aile serait propre aux erythraeidae.

CONCLUSION

A Douala, *C. cameroonensis* est un parasite permanent de *Z. variegatus* puisqu'il est présent sur son hôte tout au long de la période d'étude. La prévalence ainsi que l'abondance de *C. cameroonensis* sur *Z. variegatus* sont relativement élevées. *C. cameroonensis* parasite tous les stades post-embryonnaires de *Z. variegatus*. Les parasites sont plus fréquents et plus abondants sur le thorax où ils occupent principalement les ailes.

L'infestation est plus importante en période pluvieuse. L'abondance de *C. cameroonensis* et de *Z. variegatus* évoluent dans le même sens. Ces résultats sur l'interaction entre *Charletonia cameroonensis* et *Z. variegatus* dans la végétation herbeuse de la zone côtière du Cameroun (Douala) ouvre la nécessité de tester l'impact de *C. cameroonensis* sur les populations de *Z. variegatus* en condition naturelle.

RÉFÉRENCES

Belovsky G E, Branson D, Chase J, Barker J, Hammond G, 2015. Mites and nematode parasites of grasshoppers. Western Montana 9: 1-3.
Bush A O, Lafferty K D, Lotz M J, Shostak A W, 1997. Parasitology meets ecology on its own terms :

Margolis. Revisited. Journal of Parasitology 83 : 575-783.

Chandra H, 1984. Mite *Allothrombium* sp. near *watanabei* Shiba (Acarina : Trombidiidae), a good bioagent in suppressing the population of

- buzzing grasshopper (*Sphingonotus savignyi* Saus). Plant Protection Bulletin 35 : 30–31.
- Chiffaud J, Mestre J, 1990. Le Criquet puant, *Zonocerus variegatus* (Linné, 1758). *Essai de synthèse bibliographique*. Ministère de la Coopération, Paris & Cirad/Gerdat/Prifas, Montpellier. 140 pp.
- Chapman R F, Page W W, McCaffery A R, 1986. Bionomics of the variegated grasshopper (*Zonocerus variegatus*) in west and central Africa. Annual Review of Entomology 31 : 479-505.
- De Grégorio R, 1989. Liste commentée des travaux consacrés à la morphologie, la biologie, l'éthologie, l'alimentation et le polymorphisme saisonnier du criquet puant, *Z. variegatus*. I : Morphologie, biologie et éthologie (Orthoptera : Pyrgomorphidae). Bulletin de la Société Entomologique de France 94 : 1-2.
- Haitlinger R, 2004. *Charletonia domawitin*. n.sp., *Caeculisoma nestori* n. sp., and *Iguatonia barbillae* n. gen. and n. sp. From Brazil (Acari : Prostigmata : Erythraeidae). Genus 3: 435-444.
- Haitlinger R, 2007. A new genus and nine new larval species (Acari : Prostigmata : Erythraeidae : Eutrombidiidae) from Benin, Ghana and Togo. Revista. Ibérica de Acarologia 14: 109-127.
- Haitlinger R, Saboori A, 2008. New species and records of mites (Acari : Prostigmata : Erythraeidae, Johnstonianidae, Microtrombidiidae, Trombidiidae) from Moldova, and Ukraine. Biologia 63: 383-394.
- Haitlinger R, Kekeunou S, Lupicki D, 2014. *Charletonia cameroonensis* Haitlinger & Kekeunou sp. Nov. and the first record of *C. justynae* Haitlinger (1987) (Acari : Erythraeidae) from Cameroon with redescription of the species. Zootaxa 3760 : 039-053.
- Hostetter D L, 1998. The impact of insect parasites and predators on grasshopper populations in Idaho. Animal and Plant Health Inspection Service, 223-236.
- Kekeunou S, Weise S, Messi J, Tamò M 2006a. Farmers' perception on the importance of variegated grasshopper (*Zonocerus variegatus*) (L.) in the agricultural production systems of the humid forest zone of Southern Cameroon. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine 2 (17), March, www.ethnobiomed.com.
- Kekeunou S, Messi J, Weise S, Tindo M, 2006b. Insect pests' incidence and variations due to forest zone of Southern Cameroon : farmer's perception and need for adopting an integrated pest management strategy. African Journal of Biotechnology 7 : 555-562.
- Kekeunou S, Weise S and Messi J, 2007a. Abundance of the variegated grasshopper *Zonocerus variegatus* (L.) (Orthoptera : Pyrgomorphidae) in natural herbaceous fallow and planted forest: effect of *Chromolaena odorata* (Asteraceae). Journal of Entomology 7 : 457-462.
- Kekeunou S, Weise S, Nolté C, Messi J, 2007b. Field feeding and reproductive activities of *Zonocerus variegatus* (Linnaeus) (Orthoptera : Pyrgomorphidae) on selected legume for short fallow improvement in the southern Cameroon. Entomologia Generalis 3: 219-233.
- Kekeunou S, Weise S, Messi J, 2010. Effect of 13 single and eight mixed host plant diets on survival, post-embryonic development and morphology of Variegated Grasshopper in laboratory. Entomological Research 40: 8-17.
- Kekeunou S, Prombo C and Tamesse J L, 2015. Prevalence and abundance of *Charletonia* sp. (Acari: Erythraeidae) in *Zonocerus variegatus* (Linnaeus, 1958) (Orthoptera: Pyrgomorphidae) population in the humid forest zone of Southern Cameroon. Bulgarian Journal of Agricultural Science 21 : 372–377.
- Key K H L, 1994. Host Relations and Distribution of Australian Species of *Eutrombidium* (Acarina : Microtrombidiidae), a parasite of grasshoppers. Australian Journal of Zoology 42: 363 – 370.
- Lomer C, Langewald J, Affa P, 1997. *Green Muscle*. IITA-CABI-CILSS-GTZ, 12pp.
- Modder W W D, 1986. An integrated pest management strategy for the African grasshopper *Zonocerus variegatus*. Nigerian Field 51: 41-52.
- Modder W W D, 1994. Control of the variegated grasshopper *Zonocerus variegatus* (L.) on Cassava. Africa Crop Science Journal 2: 391-406.
- Paraiso A, Lomer C J, Godonou I, Kpindu D, 1991. Études préliminaires sur l'écologie de

- Zonocerus variegatus* au Bénin. In CJ Lomer et C Prior eds Lutte biologique contre les acridiens. Compte rendu d'un atelier tenu à l'Institut International d'Agriculture Tropicale Cotonou (Bénin) du 29 avril au 1^{er} mai 1991, pp 133-142.
- Sedghi A, Ravan S, Saboori A, Hakimitabar M, Akrami M, 2010. *Charletonia talebii* n. sp. from Iran (Acari : Prostigmata, Erythraeidae). *Acarologia* 50: 335-341.
- Severin H C, 1944. The grasshopper mite, *Eutrombidium trigonum* (Herm.), an important enemy of grasshoppers. South Dakota Agricultural Experiment Station Technical Bulletin 3: 1-36.
- Sultana R, Wagan Y S, Wagan M S, 2012. Effects of macro-parasitic mite *Eutrombidium trigonum* (Hermann) on the life history characteristics of *Hieroglyphus* species from Sindh, Pakistan. *African Journal of Microbiology Research* 6: 4158-4163.