



Original Paper

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

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

Croissance et valeur alimentaire des larves de *Oryctes monoceros*

A.B. GBANGBOCHE^{1, 2, 3*}, B.A.C. TOGNIBO^{2, 3}, P. KAYODE³, E.T. ZANNOU³ et
J.T.C. CODJIA^{1, 3}

¹Université d'Agriculture de Kétou. Ecole de Gestion et d'Exploitation des Systèmes d'Elevage,
BP 43 Kétou, République du Bénin.

²Laboratoire de Biotechnologie et d'Amélioration Animale, Centre Béninois pour la Recherche
Scientifique et Technique, 03 BP 1665 Cotonou, République du Bénin.

³Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey Calavi,
01 BP 526 Cotonou, République du Bénin

*Auteur correspondant ; E-mail: gbangboche_ab@hotmail.com

RESUME

La production d'insectes comestibles mobilise beaucoup d'attention dans les pays en développement pour faire face à la demande sans cesse croissante en protéines nobles destinées à l'alimentation humaine et animale, et réduire les pressions sur les ressources naturelles. C'est dans le but de mettre en exergue l'importance des insectes comestibles que cette étude sur la croissance et la valeur alimentaire des larves de *Oryctes monoceros* a été conduite à la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey Calavi au Bénin. A cet effet, les larves collectées dans des stipes pourris de palmiers à huile (*Elaeis guineensis*) ont été rapportées avec leur substrat sur le site d'expérimentation, puis réparties dans des bacs en 12 lots de 15 individus/lot, de poids (P), de longueur du corps (LC) et de diamètre de la parie distale (DPD) homogènes. Elles ont été suivies pendant 35 jours (J35) et hebdomadairement, les mensurations de P, de la LC et du DPD ont été relevés. A J35, toutes les larves ont été soumises à la dessiccation pour déterminer leur valeur alimentaire. Les résultats ont montré que les différentes mensurations (P, LC, DPD) ont connu une évolution constante avant de chuter à partir de la 5^{ème} mensuration. Les équations polygonales d'ordre 2 et la régression de DPD ou de la LC sur le P, ont montré des coefficients de détermination (R^2) moyens et élevés. L'analyse de la valeur alimentaire des larves de *Oryctes monoceros* a permis de déterminer la teneur en matière sèche, protéine brute, matière grasse et les cendres des larves, comparée à celle d'autres insectes comestibles et produit carné. Au regard des résultats obtenus, les larves de *Oryctes monoceros* contiennent des nutriments qui peuvent être valorisés en alimentation humaine ou animale.

© 2016 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Insectes comestibles, aliment, entomophage, élevage d'insecte, développement corporel.

Growth and food value of *Oryctes monoceros* larva

ABSTRACT

The production of edible insects mobilizes much attention in developing countries to cope with the increasing demand for noble proteins for human and animal consumption, and reduce pressure on natural

resources. In order to highlight the importance of edible insects, this study on the growth and food value of *Oryctes monoceros* larvae was conducted at the Faculty of Agricultural Sciences of the University of Abomey Calavi in Benin. To this end, the larvae collected in rotten stems of palm oil (*Elaeis guineensis*) have been reported with their substrate on the experimental site and distributed in trays in 12 batches of 15 individuals / lot with homogeneous weight (P) body length (LC) and diameter of the distal portion (DPD). They were followed for 35 days (d35) and weekly the measurements of P, LC and DPD were recorded. At d35, all larvae were subjected to drying to determine their food value. The results showed the evolving values of P, SC and DPD before falling from the 5th measurement. The polynomial equations of order 2 and the regression of the DPD or LC on the P showed medium and high coefficients of determination (R^2). Analysis of the nutritional value of *Oryctes monoceros* larvae allowed to determine the dry matter, crude protein, fat and ash compared to other edible insects and meat product. Given the results, *Oryctes monoceros* larvae contain nutrients that can be valued for human or animal feeding.

© 2016 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Edible insects, food, entomophagy, insect breeding, body development.

INTRODUCTION

Les tendances à l'horizon 2030 selon l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), montrent que plus de neuf milliards de personnes devront être nourries, tout comme les milliards d'animaux élevés chaque année pour l'alimentation, les loisirs ou comme animaux de compagnie (FAO, 2009). La FAO expose ainsi le problème de sécurité alimentaire globale qui risque de se poser, et qui sera ressenti de manière plus aiguë dans les pays en développement (Belluco et al., 2013). C'est dans ce contexte qu'elle recommande d'envisager l'élevage d'insectes à grande échelle et qui fait déjà son chemin (van Huis et al., 2013), tout en conciliant la satisfaction des besoins alimentaires à la conservation de la nature (DeFoliart, 2002 ; Solomon et al., 2008 ; Oonincx et al., 2010 ; Ifie et Emeruwa, 2011). Ces insectes sont unanimement connus comme sources de protéine noble et disponible à peu de frais (Hardouin, 2003; van Huis, 2003 ; Hardouin, 2004 ; Barre et al., 2014), dont 2086 espèces sont actuellement consommées par environ 3071 groupes ethniques dans 130 pays du monde (Ramos-Elorduy, 2009; Rumpold et Schlüter, 2013a), surtout dans les pays de régions tropicales, Afrique, Asie, Australie et Amérique du Sud où l'entomophagie et l'entomothérapie étaient traditionnellement développées dans les populations rurales (Mignon, 2002 ; Barre et al., 2014). L'espèce

Oryctes monoceros OLIVIER 1789 (Gillot, 2005) même si elle constitue un véritable ravageur des cultures (Allou et al., 2006), ses larves sont néanmoins considérées comme de grands réservoirs de nutriments et méritent d'être valorisées pour la consommation (Ifie et Emeruwa, 2011). Dans ce domaine, très peu de travaux existent au Bénin (Tchibozo, 2005 ; Tchibozo et al., 2012), et la présente étude s'inscrit dans le cadre d'une série d'investigations sur les insectes comestibles au Bénin et a pour objectif d'évaluer la croissance des larves de *Oryctes monoceros* OLIVIER 1789 et de déterminer leur valeur alimentaire.

MATERIEL ET METHODES

L'expérimentation s'est déroulée à la ferme de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi (6 °25 N, 2 °20 E), laquelle bénéficie d'un climat tropical humide avec une grande saison pluvieuse, une petite saison sèche, une petite saison pluvieuse et une grande saison sèche. La pluviométrie y est en moyenne de 1198 mm. Les températures sont comprises entre 24,4 °C et 29,3 °C et l'humidité relative varie de 40 à 100%. Les larves de *Oryctes monoceros* OLIVIER 1789 (Gillot, 2005) ont été collectées dans des stipes pourris de palmiers à huile (*Elaeis guineensis*) qui est un milieu favorable au développement du cycle de *Oryctes monoceros* (Allou et al., 2006).

Les larves collectées sont transférées avec le substrat dans des bacs étanches et cloisonnés. Chaque cloison abrite un lot de 15 individus de poids homogène. Douze lots de larves sont constitués et sont suivis pendant 35 jours au cours desquels trois types de mensurations (longueur, diamètre de la partie distale et poids) ont été réalisés hebdomadairement. Au total, 6 relevés sont réalisés par lot et 72 pour l'ensemble des lots. La longueur et le diamètre sont mesurés à l'aide d'un pied à coulisse et le poids avec un peson électronique (précision de 0,1 g). La dernière mensuration du 35^e jour (J35) est suivie de dessiccation de larves. Ainsi, 5 g d'échantillon frais sont passés au four, puis à l'étuve (Heraeus T 5042) à 105 °C pendant 72 heures afin de déterminer la teneur en matière sèche, en lipide et en cendre totale par pesée différentielle suivant la méthode AACC 44-15 A (AACC, 1984). Quant à la teneur en protéines brutes, elle est déterminée suivant la méthode de Kjeldahl. Les formules de détermination se présentent comme suit:

$$\text{Teneur en matière sèche (\%)} = \frac{m_1}{m_0} \times 100$$

$$\text{Teneur en matière sèche (\%)} = \frac{m_1}{m_0} \times 100$$

m_1 = masse de l'échantillon après séchage (g)
et m_0 = masse de l'échantillon avant séchage (g)

$$\text{Teneur en lipides (\%)} = \frac{m_1 - m_0}{m} \times 100$$

$$\text{Teneur en lipides (\%)} = \frac{m_1 - m_0}{m} \times 100$$

m_1 = masse du ballon contenant les lipides extraits (g), m_0 = masse du ballon vide (g) et m = masse de l'échantillon (g)

$$\text{Teneur en cendres (\%)} = \frac{m_1 - m_0}{m} \times 100$$

$$\text{Teneur en cendres (\%)} = \frac{m_1 - m_0}{m} \times 100$$

m_1 = masse du creuset contenant les cendres (g), m_0 = masse du creuset vide (g) et m = masse de l'échantillon.

$$\text{Teneur en protéines (\%)} = \frac{(V - V_t) \times N \times 1,401 \times 6,25}{m} \times 100$$

$$\text{Teneur en protéines (\%)} = \frac{(V - V_t) \times N \times 1,401 \times 6,25}{m} \times 100$$

, avec V = volume de HCl ayant servi à la titration (ml), V_t = volume de HCl ayant servi à la titration du témoin (ml), N = titre de l'acide ayant servi à la titration, m = masse de l'échantillon (g), 6,25 = facteur de conversion de l'azote en protéines et 1,401 = constante.

Analyse statistique

La procédure des modèles linéaires généralisés (*Proc GLM*) du SAS (Statistical Analysis System, 9.2, 2008) a été appliquée aux données (poids, longueur et diamètre) pour l'analyse de la variance. Les moyennes calculées sont comparées par le test de *t*. Les effets fixes sont constitués du lot et de la fréquence des mensurations. Ce modèle se présente de la manière suivante :

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + S_j + e_{ijk} \text{ Avec}$$

Y_{ijk} : le poids, le diamètre ou le la longueur du k^e larve, du lot i et de la fréquence de mensuration j ;

μ : la valeur de la moyenne générale ;

T_i : effet fixe du lot i (lot A, lot B, lot C, lot D, lot E, lot F, lot G, lot H, lot I, lot J, lot K et lot L) ;

S_j : effet fixe de la fréquence de mensuration (f_1, f_2, f_3, f_4, f_5 , et f_6).

e_{ijk} : effet résiduel aléatoire.

Des prédictions sont faites suivant la procédure de régression linéaire (*proc reg*) du SAS 9.2 (2008) pour prédire le poids de la larve à partir du diamètre ou de la longueur. Des équations polynomiales d'ordre 2 ont été appliquées aux données pour estimer le poids, la longueur et le diamètre à partir de la fréquence (1 à 6) de mensurations.

Tableau 1 : Distribution (moyenne $\pm$ écart-type) de poids, diamètre et longueur de larves de *Oryctes monoceros*.

Paramètre	Lot												P
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
Poids													
P1	0,48±0,08 ^a	2,42±0,40 ^b	3,72±0,17 ^c	4,38±0,24 ^d	3,29±0,76 ^e	7,10±0,04 ^f	8,10±0,08 ^g	9,12±0,07 ^h	10,00±0,00 ⁱ	11,05±0,07 ^j	12,06±0,06 ^k	13,64±0,41 ^l	**
P2	0,70±0,03 ^a	2,58±0,36 ^b	3,73±0,15 ^c	4,53±0,35 ^d	5,50±0,22 ^e	7,24±0,05 ^f	8,27±0,02 ^g	9,20±0,00 ^h	10,17±0,07 ⁱ	11,27±0,04 ^j	12,32±0,11 ^k	14,79±0,32 ^l	**
P3	1,13±0,23 ^a	2,54±0,31 ^b	3,75±0,11 ^c	4,44±0,37 ^d	6,07±0,11 ^e	7,48±0,10 ^f	8,35±0,03 ^g	9,39±0,07 ^h	10,42±0,09 ⁱ	11,33±0,03 ^j	12,54±0,02 ^k	15,46±0,13 ^l	**
P4	1,63±0,09 ^a	2,37±0,33 ^b	3,77±0,05 ^c	4,46±0,40 ^d	6,27±0,06 ^e	7,84±0,08 ^f	8,53±0,06 ^g	9,47±0,05 ^h	10,62±0,04 ⁱ	11,40±0,03 ^j	12,64±0,04 ^k	15,76±0,06 ^l	**
P5	1,73±0,06 ^a	2,55±0,19 ^b	3,74±0,04 ^c	4,51±0,17 ^d	6,53±0,11 ^e	6,85±0,13 ^f	8,78±0,10 ^g	9,77±0,09 ^h	11,00±0,28 ⁱ	11,76±0,16 ^j	12,79±0,08 ^k	15,89±0,02 ^l	**
P6	2,03±0,15 ^a	1,79±0,14 ^b	2,62±0,00 ^c	3,12±0,01 ^d	6,80±0,00 ^e	3,18±0,56 ^f	5,21±1,30 ^g	3,70±1,07 ^h	03,93±0,99 ⁱ	04,12±1,34 ^j	04,76±1,70 ^k	05,03±1,73 ^l	**
Diamètre													
DPD1	0,48±0,10 ^a	0,96±0,01 ^b	1,15±0,00 ^c	1,27±0,01 ^d	1,45 ±0,00 ^e	1,59 ±0,00 ^f	1,70 ±0,00 ^g	1,85±0,00 ^h	2,21 ± 0,01 ⁱ	2,52 ±0,00 ^j	2,90±0,03 ^k	3,97±0,03 ^l	**
DPD2	0,64±0,01 ^a	0,99±0,00 ^b	1,18±0,01 ^c	1,30±0,00 ^d	1,45 ±0,00 ^e	1,60 ±0,00 ^f	1,74 ±0,02 ^g	1,89±0,02 ^h	2,23 ± 0,01 ⁱ	2,55±0,01 ^j	3,07±0,07 ^k	4,19±0,08 ^l	**
DPD3	0,74±0,05 ^a	1,02±0,01 ^b	1,20±0,00 ^c	1,32±0,00 ^d	1,49 ±0,00 ^e	1,64 ±0,01 ^f	1,80 ±0,02 ^g	1,94±0,00 ^h	2,27 ± 0,01 ⁱ	2,58±0,00 ^j	3,28±0,03 ^k	4,38±0,06 ^l	**
DPD4	0,85±0,01 ^a	1,05±0,00 ^b	1,20±0,01 ^c	1,35±0,00 ^d	1,50 ±0,00 ^e	1,66 ±0,01 ^f	1,83 ±0,01 ^g	1,99±0,02 ^h	2,33 ± 0,01 ⁱ	2,63±0,03 ^j	3,42±0,06 ^k	4,68±0,11 ^l	**
DPD5	0,92±0,02 ^a	1,09±0,01 ^b	1,24±0,00 ^c	1,39±0,01 ^d	1,50 ±0,00 ^e	1,52 ±0,01 ^f	1,79 ±0,00 ^g	2,09±0,03 ^h	2,42 ± 0,02 ⁱ	2,68±0,01 ^j	3,59±0,05 ^k	5,21±0,24 ^l	**
DPD6	0,95±0,00 ^a	1,14±0,01 ^b	1,25±0,00 ^c	1,42±0,00 ^d	1,51 ±0,00 ^e	1,58 ±0,00 ^f	1,66 ±0,05 ^g	1,82±0,01 ^h	2,16 ± 0,01 ⁱ	2,37±0,07 ^j	2,77±0,01 ^k	3,70±0,01 ^l	**
Longueur													
LC1	0,50±0,16 ^a	1,29±0,00 ^b	1,52±0,01 ^c	2,01±0,00 ^d	2,62±0,03 ^e	3,38±0,02 ^f	3,74±0,01 ^g	4,25±0,00 ^h	4,84±0,00 ⁱ	5,56±0,02 ^j	5,89±0,02 ^k	6,15±0,00 ^l	**
LC2	0,98±0,12 ^a	1,31±0,01 ^b	1,59±0,02 ^c	2,08±0,05 ^d	2,73±0,05 ^e	3,45±0,02 ^f	3,85±0,03 ^g	4,25±0,00 ^h	4,90±0,03 ⁱ	5,64±0,03 ^j	5,94±0,01 ^k	6,20±0,01 ^l	**
LC3	1,11±0,01 ^a	1,35±0,01 ^b	1,69±0,05 ^c	2,18±0,03 ^d	2,85±0,02 ^e	3,53±0,04 ^f	3,96±0,03 ^g	4,26±0,00 ^h	5,01±0,02 ⁱ	5,70±0,01 ^j	5,98±0,01 ^k	6,26±0,01 ^l	**
LC4	1,17±0,01 ^a	1,40±0,01 ^b	1,82±0,03 ^c	2,29±0,01 ^d	2,91±0,00 ^e	3,65±0,01 ^f	4,07±0,04 ^g	4,30±0,03 ^h	5,10±0,03 ⁱ	5,76±0,01 ^j	6,01±0,01 ^k	6,36±0,10 ^l	**
LC5	1,23±0,01 ^a	1,45±0,01 ^b	1,94±0,02 ^c	2,38±0,05 ^d	2,95±0,03 ^e	3,30±0,01 ^f	4,17±0,04 ^g	4,50±0,06 ^h	5,25±0,04 ⁱ	5,80±0,00 ^j	6,06±0,02 ^k	6,60±0,11 ^l	**
LC6	1,29±0,06 ^a	1,48±0,01 ^b	1,99±0,01 ^c	2,48±0,01 ^d	3,04±0,00 ^e	3,19±0,03 ^f	3,45±0,41 ^g	3,98±0,10 ^h	4,11±0,33 ⁱ	4,62±0,68 ^j	5,83±0,01 ^k	6,11±0,00 ^l	**

P1. Poids à la première mensuration ; DPD1 : diamètre de la partie distale à la première mensuration ; LC1 : longueur du corps à la première mensuration. 6 mensurations au total. Les lettres en exposant (a, b, c, d, e, f) accompagnant les différentes valeurs des paramètres, pour un lot, dans une même colonne, pour un même paramètre, sont statistiquement différentes ($p < 0,05$) entre elles. ** significatif ($p < 0,01$)

Tableau 2: Représentation polygonale d'ordre 2 des équations de poids, de la longueur et du diamètre de différents lots de larves de *Oryctes monoceros* ainsi que la régression du poids sur le diamètre ou la longueur.

Equation polygonale d'ordre 2 pour estimer le poids, la longueur et le diamètre en fonction des fréquences de mensuration pour chaque lot							Régression du poids sur le diamètre ou la longueur
Lot	Estimation du poids	R ²	Estimation de la longueur	R ²	Estimation du diamètre	R ²	
A	$y = -0,016x^2 + 0,4x - 0,0$	0,98	$y = -0,042x^2 + 0,4x + 0,1$	0,94	$y = -0,013x^2 + 0,10x + 0,3$	0,99	avec (R ² =0,75)
B	$y = -0,066x^2 + 0,3x + 2,0$	0,74	$y = 0,001x^2 + 0,02x + 1,2$	0,98	$y = 0,002x^2 + 0,10x + 0,9$	0,99	
C	$y = -0,104x^2 + 0,5x + 3,1$	0,79	$y = -0,004x^2 + 0,10x + 1,4$	0,98	$y = -0,004x^2 + 0,02x + 1,1$	0,95	
D	$y = -0,125x^2 + 0,7x + 3,6$	0,77	$y = 0,002x^2 + 0,01x + 1,9$	0,99	$y = 0,001x^2 + 0,02x + 1,2$	0,99	avec (R ² =0,82)
E	$y = -0,195x^2 + 1,9x + 1,8$	0,93	$y = -0,0075x^2 + 0,1x + 2,4$	0,98	$y = -0,002x^2 + 0,02x + 1,4$	0,89	
F	$y = -0,273x^2 + 1,6x + 5,4$	0,97	$y = -0,026x^2 + 0,1x + 3,2$	0,62	$y = -0,003x^2 + 0,01x + 1,5$	0,22	
G	$y = -0,321x^2 + 1,8x + 6,1$	0,70	$y = -0,074x^2 + 0,5x + 3,2$	0,63	$y = -0,022x^2 + 0,15x + 1,5$	0,88	
H	$y = -0,541x^2 + 3,0x + 5,9$	0,73	$y = -0,032x^2 + 0,2x + 4,0$	0,32	$y = -0,024x^2 + 0,18x + 1,6$	0,51	
I	$y = -0,637x^2 + 3,6x + 6,1$	0,72	$y = -0,104x^2 + 0,6x + 4,1$	0,62	$y = -0,021x^2 + 0,16x + 2,0$	0,44	
J	$y = -0,464x^2 + 2,7x + 8,0$	0,91	$y = -0,079x^2 + 0,5x + 5,0$	0,91	$y = -0,022x^2 + 0,16x + 2,3$	0,80	
K	$y = -0,505x^2 + 3,0x + 8,8$	0,92	$y = -0,018x^2 + 0,14x + 5,7$	0,74	$y = -0,070x^2 + 0,54x + 2,3$	0,72	
L	$y = -0,758x^2 + 4,9x + 8,6$	0,93	$y = -0,032x^2 + 0,2x + 5,8$	0,48	$y = -0,108x^2 + 0,84x + 3,0$	0,60	

Tableau 3 : Valeur alimentaire des larves de *Oryctes monoceros* comparée à d'autres espèces.

Matière Sèche (g/100g)	Protéines brutes (g /100g; bs)	Matières grasses (g /100g; bs)	Cendres (g /100g; bs)	Espèces	Références
	20,00	8,00		Poulet	IEMVT (1991)
	23,00	4,00		Pintade	IEMVT (1991)
	88,26			Porcin	Youssao et al. (2004)
	22,60	8,00		Bovin	Wu Leung (1970)
	12,00			Ovin	IEMVT (1991)
	12,10	10,50		Œuf	IEMVT (1991)
	16,60	0,30		Poisson cuit	Wu Leung (1970)
	62,30	4,60		Chenilles frites	Wu Leung (1970)
94,70	26,00	1,50	1,50	<i>Oryctes boas</i>	Banjo et al. (2006)
89,90	28,42	31,40	2,70	<i>Rhynchophorus phoenicis</i>	Banjo et al. (2006)
	21,21	65,70	5,24	<i>Rhynchophorus rhinoceros</i>	Lenga et al. (2012)
	42,66	28,85	7,30	<i>Rhynchophorus phoenicis</i>	Lenga et al. (2012)
84,80 ±0,012	28,52 ±1,43	1,17 ±0,00	8,86 ±2,92	<i>Oryctes monoceros</i>	Présente étude

RESULTATS

Le Tableau 1 renseigne l'effet significatif ($p < 0,01$) de l'intervalle entre mensuration sur le poids (P), la longueur du corps (LC) et le diamètre de la parie distale (DPD). Cette influence se traduit par une croissance progressive de P, LC et du DPD. Deux groupes d'individus se dégagent : le groupe 1 et le groupe 2. Le groupe 2 constitué de lot E, F, G, H, I, J, K, L, subit un rétrécissement corporel et une perte de poids avec la fréquence de mensuration, alors que le groupe 1 (lot A, B, C, D), plus jeune et moins lourd au départ est resté en phase de croissance.

Le Tableau 2 décrit les différentes équations polynomiales d'ordre 2 pour prédire le poids, la longueur et le diamètre des larves en fonction de la fréquence des mensurations. Les coefficients de détermination (R^2) sont moyens et élevés, de 0,72 à 0,97 pour le poids, 0,32 à 0,99 pour la longueur et 0,44 à 0,99 pour le diamètre. Quant aux régressions linéaires pour prédire le poids à partir du diamètre ou de la longueur présentent un R^2 respectif de 0,75 et 0,82.

Enfin, le Tableau 3 expose la valeur alimentaire des larves de *Oryctes monoceros* utilisées dans cette étude, pour leur teneur en protéines (28,52 g/100 g), en cendres (8,86 g/100 g) et matières grasses (1,17 g/100 g).

DISCUSSION

D'une manière globale, le poids total de larves a évolué de façon soutenue passant de 597,89g à 1157,15 g suivant les fréquences de mensuration de f_1 à f_5 avant de perdre au moins 800 g à f_6 . La chute de croissance observée chez les individus du groupe 2 (E, F, G, H, I, J, K, L) par rapport au groupe 1 (Tableau 1), pourrait annoncer la nymphose. Cette observation traduit l'argumentaire de Hardouin (2003) qui signale chez les insectes en général que les larves sont les plus voraces et ont besoin de beaucoup d'énergie pour croître, alors que les nymphes quant à elles, ne consomment pas, et subissent une perte de poids, suivi de réactions métaboliques et de changements structuraux précurseurs de

l'émergence de la forme adulte. L'âge des larves au moment de la collecte n'étant pas connu, on ne pourra pas déterminer avec exactitude l'âge auquel elles sont rentrées au stade nymphe. Toutefois, la littérature renseigne que la nymphose est atteinte à 3 mois pour un cycle de développement complet de 5 mois pour *Oryctes monoceros* (Diby et al., 2010). Au nombre des facteurs écologiques qui pourraient affecter cette métamorphose des insectes, on peut citer, entre autres, la température, l'humidité et la luminosité (Allou et al., 2007). Toutefois, l'intensité de ces différents facteurs n'a pu être mesurée dans le cadre de cette étude.

Quant aux équations polygonales et les diverses régressions (Tableau 2), l'avantage pratique qui en découle est la possibilité d'utiliser ces modèles, lorsque le coefficient de détermination (R^2) est élevé (c'est-à-dire $\geq 90\%$) pour une bonne précision (Gbangboche et al., 2011).

L'étude comparative des valeurs alimentaires du Tableau 3, montre une variation d'une espèce à l'autre, selon le stade de développement et du régime alimentaire (Rumpold et Schlüter 2013a; Rumpold et Schlüter 2013b; van Huis et al., 2013). La teneur en protéines de *Oryctes monoceros*, rejoint l'estimation faite sur des coléoptères comestibles (entre 23,20 g et 66,20 g/100 g) selon Xiaoming et al. (2010), *Rhynchophorus phoenicis* et *Oryctes boas* (Banjo et al., 2006). Par ailleurs, Rumpold et Schlüter (2013a), rapportent que les protéines représentent la principale composante de la matière sèche des insectes, entre 45 et 75 g/100 g de poids sec selon les espèces. Quant au contenu en matière sèche des larves de *Oryctes monoceros* (84,8 g/100 g) (Tableau 3), il est proche de celui de *Rhynchophorus phoenicis* (89,9 g/100 g) et le *Oryctes boas* (94,7 g/100 g). En définitive, les compositions en nutriments des insectes comestibles sont sujettes d'une façon générale à d'importantes variations, notamment des facteurs externes comme le climat, la nourriture, l'habitat, le substrat, le mode de préparation (insecte grillé ou bouillis) ou encore la méthode d'analyse

(Melo-Ruiz et al., 2013). De plus l'élevage des insectes sur des substrats riches en vitamines permettrait d'augmenter la teneur en vitamines dans ces derniers (Pennino et al., 1991). Afin de pallier ces variations, en cas d'intégration des insectes dans l'alimentation humaine (particulièrement dans celle de personnes atteintes de certains désordres métaboliques), des standards de quantification, des pratiques d'élevages ou encore des compositions de régimes alimentaires doivent être créés et mis à la disposition des éleveurs selon Bednářová et Borkovcová (2014).

Conclusion

La présente étude qui constitue l'une des séries d'investigations sur les insectes comestibles au Bénin, a permis de caractériser la croissance des larves de *Oryctes monoceros* et déterminer leur valeur alimentaire, notamment la teneur en matière sèche, matière grasse, protéine brute et cendre. Il ressort de cette expérimentation que la croissance (poids, longueur et diamètre) des larves s'estompe en début de nymphose. Pour bénéficier de cet avantage pondéral, il est nécessaire de mettre en consommation ces larves avant la nymphose. La procédure de régression linéaire a permis d'établir des équations permettant de prédire le poids de la larve en fonction du diamètre ou de la longueur. L'analyse de la valeur alimentaire montre que les larves de *Oryctes monoceros* sont une importante source de protéine animale pouvant valablement remplacer ou compléter les sources conventionnelles de protéines (volailles, bovin, ovins). Il faudra donc continuer les études qui intègrent l'élaboration de l'itinéraire technique de conduite d'élevage de *Oryctes monoceros* afin de réduire la pression sur cette ressource en milieu naturel, et la détermination du profil desdites larves en minéraux, oligo-éléments et en vitamines.

CONFLIT D'INTÉRÊTS

Les auteurs déclarent qu'il n'y a pas de conflits d'intérêts entre eux.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

ABG, BACT et ETZ ont conduit les travaux de terrain, c'est-à-dire la collecte des insectes, la mise en place des élevages et les diverses mensurations. PK a pris part aux analyses de laboratoire et l'interprétation des résultats. JTCC a suivi toutes les étapes de la mise en œuvre de l'expérience.

REFERENCES

- Allou K, Morin J-P, Kouassi P, N'klo FH, Rochat D. 2006. *Oryctes monoceros* trapping with synthetic and palm material in Ivory Coast. *Journal of Chemical Ecology*, **32**: 1743-1754.
- Allou K, Morin J-P, Kouassi P, Diby YKS, Hala N, Ballo K, Konan KJL, Rochat D. 2007. Activite nycthemerale de *oryctes monoceros* olivier (coleoptera : dynastidae) en côte d'ivoire. *Agronomie Africaine*, **19**(1): 71-79.
- Banjo AD, Lawal OA, Songonuga EA. 2006. The nutritional value of four species of edible insects in southwestern Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, **5**(3): 298-301.
- Barre A, Case-Subra S, Gironde C, Bienvenu F, Bienvenu J, Rouge P. 2014. Entomophagie et risque allergique. *Revue Française d'Allergologie*, **54**: 315-321.
- Bednářová M, Borkovcová M, Komprda T. 2014. Purine derivative content and amino acid profile in larval stages of three edible insects. *J Sci Food Agric.*, **94**(1): 71-76.
- Belluco S, Losasso C, Maggioletti M, Alonzi CC, Paoletti MG, Ricci A. 2013. Edible insects in a food safety and nutritional perspective: A critical review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, **12**(3): 296-313.
- Melo-Ruiz V, Sánchez-Herrera K, García-Núñez M, Díaz-García R, García L. 2013. Edible insects source of nutrients to improve food security worldwide. *Proceedings of the Nutrition Society* (2013), **72** (OCE5), E317. doi:10.1017/S0029665113003510
- DeFoliart GR. 2002. The human use of insects as food resource: a bibliographic account in progress. Wisconsin, États-Unis,

- Department of Entomology, University of Wisconsin Madison. (Also available at: www.food-insects.com/book7_31/The%20Human%20Use%20of%20Insects%20as%20a%20Food%20Resource.htm).
- Diby YKS, Allou K, Assi BD, Kouassi P. 2010. Étude olfactométrique du comportement de *Oryctes monoceros* olivier (coleoptera, dynastidae) en présence de la phéromone 4-methyl-octanoate d'éthyl (4-moe) et du matériel végétal synergiste en Côte d'Ivoire. *Afrique Science*, **06**(1): 74 – 85.
- FAO. 2009. How to feed the world in 2050 http://www.fao.org/fileadmin/templates/wfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf.
- Gbangboche AB, Alkoiret TI, Salifou S, Farnir F, Leroy PL, Abiola FA. 2011. Growth pattern of purebred West African Dwarf sheep and its cross with the West African Long legged sheep. *Research Journal of Animal Sciences*, **5**(1): 6-13.
- Gillot C. 2005. Entomology third edition, 831p. Springs-P.O. Box 173300A77 Dordrecht, the Netherlands.
- Hardouin J. 2003. Production d'insectes à des fins économiques ou alimentaires : Mini-élevage ou BEDIM. Notes fauniques de Gembloux, n°50 : 15-25, Université de Liège- Belgique.
- Hardouin J. 2004. Le mini-élevage et la faune. *Tropicultura*, SPE, 26-29.
- IEMVT (Institut d'Élevage et de Médecine vétérinaire des pays tropicaux). 1991. Manuel d'Aviculture en Zone Tropicale. Collection Manuel et précis d'élevage. 186p. Ministère de la coopération et du développement.
- Ifie I, Emeruwa CH. 2011. Nutritional and anti-nutritional characteristics of the larva of *Oryctes monoceros* . *Agric. Biol. J. N. Am.*, **2**(1): 42-46.
- Lenga A, Mafute Kezeta C, Kinkela T. 2012. Conservation et étude de la valeur nutritive de *Rhynchophorus phoenicis* (Curlunilidae) et *Oryctes rhinoceros* (Scarabeidae), deux coleoptères d'intérêt alimentaire au Congo-Brazzaville. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **6**(4) : 1718-1728. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v6i4.28>
- Mignon J. 2012. L'entomophagie : une question de culture ? *Tropicultura*, **20** (3): 15-155.
- Oonincx DGAB, van Itterbeeck J, Heetkamp MJW, van den Brand H, van Loon JJA, van Huis A. 2010. An Exploration on Greenhouse Gas and Ammonia Production by Insect Species Suitable for Animal or Human Consumption. *Plos ONE*, **5**(12): e14445. doi:10.1371/journal.pone.0014445.
- Penino M, Dierenfeld ES, Behler JL. 1991. Retinol, a-tocopherol and proximate nutrient composition of invertebrates used as feed. *International Zoo Yearbook*, **30**(1): 143 – 149.
- Ramos-Elorduy J. 1997. Insects: A sustainable source of food? *Ecology of Food Nutrition*, **36**(2-4): 247 – 276.
- Ramos-Elorduy J. 2009. Anthropo-entomophagy: cultures, evolution and sustainability. *Entomological Research*, **39**(5): 271-288.
- Rumpold BA, Schlüter OK. 2013a. Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition and Food Research*, **57**(5): 802-823.
- Rumpold BA, Schlüter OK. 2013b. Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, **17**: 1-11.
- Solomon M, Ladeji O, Umoru H. 2008. Nutritional Evaluation of The Giant Grasshopper (*Zonocerus variegatus*) Protein and the Possible Effects of Its High Dietary fibre On Amino Acids And Mineral Bioavailability. *Afri J. of Food Agric. Nut. and Development*, **8**(2): 238-248.
- Statistical Analysis System (SAS) 9.2. 2008. Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Tchiboza S, van Huis A, Paoletti MG. 2005. Notes on Edible Insects of South Benin: A Source of Protein, In *Ecological*

- Implications of Minilivestock (Role of Rodents, Frogs, Snails, and Insects for Sustainable Development)*, Maurizio GP (ed). Dipartimento di Biologia, Università di Padova: Padova, Italy. Science Publishers, Inc. 245-251.
- Tchibozo S. 2012. Des insectes au menu. Sciences au Sud. *Le Journal de l'IRD*, **63**: 7-10.
- van Huis A. 2003. Insects as food in sub-Saharan Africa. *Insect Science and its Application*, **23**(3): 163-185.
- van Huis A, van Itterbeeck J, Klunder HC, Mertens E, Halloran A, Muir G, Vantomme P. 2013. Edible insects: future prospects for food and feed security. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*.
- Wu Leung WT. 1970. *Table de composition des aliments à l'usage de l'Afrique, Documents sur la nutrition*. FAO : Rome ; 218.
- Xiaoming C, Ying F, Hong Z, Zhiyong C. 2010. Review of the nutritive value of edible insects. In *Forest insects as food: humans bite back*, Proceedings of a workshop on Asia-Pacific Resources and their potential for Development, Durst PB, Johnson DV, Leslie RL, Shono K, (eds). FAO Regional Office for Asia and the Pacific: Bangkok.
- Youssao AKI, Mourot J, Gbangboche AB, Adehan R, Akoute A, Edenakpo A. 2004. Influence du régime alimentaire sur les performances de croissance et les caractéristiques de la carcasse du porc local au Bénin. *RASPA*, **2**(1): 31-36.