



Original Paper

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

Culture en captivité et développement larvaire de *Macrobranchium vollenhovenii*

Catherine Nicole DOUME DOUME^{1*}, Aboubacar TOGUYENI², Stanislas Silvain YAO³,
et Aleftina TCHEPURNAYA⁴

¹Département de Pêche Industrielle; Faculté de Génie Industriel; Université de Douala,
BP 2701 Douala, Cameroun.

²Laboratoire d'Etudes des Ressources Naturelles et des Sciences de l'Environnement (LERNSE), Institut du
Développement Rural; Université Polytechnique de Bobo – Dioulasso (UPB),
01 BP 1091 Bobo – Dioulasso 01, Burkina Faso.

³Laboratoire d'Hydrobiologie, UFR Biosciences, Université de Cocody-Abidjan,
22 B.P. 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

⁴Laboratoire de Bio Ressources Aquatiques et Aquaculture, Université Technique d'Etat d'Astrakhan,
414025, Ville d'Astrakhan, Rue Tatitcheva 16, Russie.

*Auteur correspondant ; Email : cathydoume@yahoo.fr; Tél : +237 99 96 42 87

RESUME

Macrobranchium vollenhovenii est considéré comme la crevette géante d'eau douce africaine. Peu de données existent sur son cycle de vie en captivité. 187 crevettes vivantes ont été capturées dans le fleuve Wouri au cours des mois de juillet et août 2012, puis transportées au laboratoire. Les mesures biométriques et la détermination des stades sexuels ont été effectuées ; les œufs comptés pour les femelles ovigères (18,3% de la population totale). La taille moyenne à la maturité sexuelle a été de 84,28 mm (écart-type = 10,59) ; Le poids moyen de 17,08 g (écart-type = 16,88). Les femelles ont produit entre 4089 et 6255 œufs. La relation entre le poids W et la fécondité est significative sous la forme: $\text{Log Fécondité} = -1,3544 \text{ Log } W + 4,1143 (r^2 = 0,9975 ; p < 0,0001)$. L'élevage larvaire a connu 15 stades en 65 jours. Les larves ont mué et se sont transformés de Nauplii - Zoé - Mysis - Post larves. Les principaux facteurs environnementaux (T°, O₂, PH, salinité), les paramètres de la reproduction (sex ratio, fécondité) étudiés. L'obtention du meilleur pourcentage de survie des post-larves passe par un renouvellement régulier de l'eau, une température comprise entre 28 -30 °C, une salinité de 25 à 30‰.

© 2013 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : *Macrobranchium vollenhovenii*, femelle ovigère, fécondité, larves, survie, maturité sexuelle.

INTRODUCTION

Macrobranchium vollenhovenii ou crevette géante d'eau douce africaine appartient à l'ordre des décapodes Natantia, du sous-ordre des Caridés et de la famille des Palaemonidés. Pour réaliser une étude sur sa

culture et son cycle de vie en captivité, des spécimens de crevettes ont été collectées dans le fleuve Wouri (3°49'04.82''N - 9°40'49.40''E) au cours des mois de juillet et août 2012 puis étudiés dans l'écloserie du GIC AQUABIOCAM à Douala. L'objectif

© 2013 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i2.11>

principal de cette étude est de contribuer à la connaissance sur la production en captivité de *Macrobranchium vollehovenii* au Cameroun par une étude détaillée des paramètres clés de sa reproduction (sex ratio, fécondité, volume d'œufs); ainsi que les principaux facteurs environnementaux conditionnant son développement larvaire (température, salinité, densité, oxygène et PH).

MATERIEL ET METHODES

Récolte des femelles ovigères

Les crevettes sont capturées dans le fleuve Wouri, Région du Littoral - Cameroun (3°49'04.82''N - 9°40'49.40''E) à l'aide des nasses à mailles carrées au cours des mois de juillet et août 2012. Ce mode de capture permet la récolte d'individus vivants en limitant les traumatismes pouvant perturber la morphologie des crevettes. Elles sont transportées dans des sacs plastiques remplis d'oxygène et placées dans des bacs alimentés en eau douce courante et à température ambiante. La reconstitution de l'habitat naturel des crevettes s'est faite par la pose de graviers recouverts de bidim, et de sable sur la moitié de la surface du bac. L'identification des spécimens a été faite selon Holthuis et al. (2009), et la différenciation sexuelle s'est effectuée par une observation de l'endopodite (morphologie de la seconde paire de pléopodes) comme le suggère Ismaël and New (2000). 187 crevettes au total ont été collectées : 71 mâles et 116 femelles. Pour chaque femelle, le stade de maturation a été déterminé selon une échelle arbitraire en fonction du stade de développement des gonades (couleur) et la présence d'œufs. Après une période de quarantaine et d'acclimatation de quinze jours, 56 femelles grainées sont choisies en fonction de leur taille (en moyenne 10,96 cm), leur masse (18,94 g) et leur état physiologique et réparties dans des pondoires individuels de maille 5 mm pouvant laisser s'échapper les larves.

Éclosion, suivi et récupération de larves

Ces femelles sont mises dans des bacs de 60 litres installés en circuit fermé avec une filtration commune. Le débit d'eau de chaque pondoire est de 0,2 l/min, créant un courant de 0,6 m/min, indispensable à la survie des larves (favorise la nage, l'oxygénation et la remise en suspension constante des nauplii d'artémias, leur nourriture). L'eau, provenant d'un forage, est artificiellement salée à 15 PSU. La température est maintenue à environ 28 °C. L'éclosion a débuté dans la nuit du 22 août 2012 et s'est étalée sur trois jours. Les larves sont passées par quinze stades avant de donner des post-larves. La durée de la vie larvaire a été de 65 jours. Et la métamorphose en post-larve s'est étalée sur 3 semaines. La moyenne d'œufs par ponte est de 5 428 œufs. Les taux d'éclosion supérieurs à 62% ont permis la sélection des Nauplii (premier stade larvaire après éclosion) les plus réactifs à la présence de lumière (photosensible). Les larves sont maintenues dans l'obscurité pour limiter le stress et sont nourries tous les deux jours avec des nauplii d'artémia. Durant l'élevage larvaire, des observations ont été faites, les densités estimées et des examens microscopiques effectués.

Paramètres environnementaux

La température, le PH, la salinité et l'oxygène dissout sont déterminés tous les deux jours. Ces paramètres sont mesurés à l'aide d'un capteur HI 982804 Multi paramètres portatif pour le contrôle de la qualité de l'eau. Les mesures du pH et de la température sont faites deux fois par jour (7 heures et 14 heures, avant le changement d'eau). La salinité est contrôlée par un réfractomètre portatif, après mélange de l'eau salée et de l'eau douce. La salinité de 2‰ lors de la ponte et de l'éclosion est montée jusqu'à 12‰ au stade 3 après un palier de quelques jours à 8‰ (stades 1 et 2). Elle est maintenue à 12‰ jusqu'à l'apparition de la première post

larve et repassée alors à 2‰ après un palier de dix jours à 8‰.

Données morphométriques

Les différents paramètres morphométriques ont été mesurés à l'aide d'un pied à coulisse (lecture à 0,02 mm près). Le poids total W (g) à l'aide d'une balance électronique (Sartorius Compétence) de précision 0,01 g. Les principaux paramètres sont les suivants : la longueur totale (LT), mesurée de la pointe du rostre à celle du telson toujours sur la ligne médiodorsale ; la longueur céphalothoracique (LC) (Longueur en mm de la marge postérieure du creux orbital au bord postérieur du céphalothorax).

Nourriture

Les premiers stades larvaires reçoivent des nauplii d'artémies (œufs de Californie-USA), fraîchement éclos à raison de 5 cuillères à café par litre. Par la suite, ils ont été nourris avec des granulés.

Analyse statistique

Toutes ces analyses ont été effectuées à l'aide des logiciels PAST version 2.04. Les figures ont été obtenues grâce à Microsoft Office Excel 2010 et Sigma Plot 11.0.

RESULTATS

Sex-ratio

Le rapport de proportionnalité entre mâle et femelle chez *Macrobranchium vollenhovenii* est de 1 : 1,65. Les tailles moyennes des femelles au cours de notre étude étaient respectivement de 84,28 mm (écart-type = 10,59), et variait de 65,95 à 100,89 mm LT.

La fécondité

Le nombre d'œufs dénombrés varie entre 4089 (femelle de 16,15 g) et 6255 (femelle de 17,94 g). Le nombre d'œufs variant en fonction du poids des femelles. Au cours de l'étude, la relation entre le poids W

et le nombre d'œufs (fécondité) est significative sous la forme : $\text{Log Fécondité} = -1,3544 \text{ Log W} + 4,1143$ ($r^2 = 0,9975$; $p < 0,0001$) (Figure 1). Nous avons également noté une prédominance des femelles non ovigères et une haute fréquence des femelles immatures.

Les stades larvaires

L'élevage larvaire s'est déroulé pendant 65 jours dans des bacs d'un volume de 60 litres. Nous avons obtenu un cycle ponctué par 15 stades larvaires (Tableau 1). Au cours de cette période, les larves ont mué et se sont transformées de Nauplii à Zoé 1, 2, et 3 ; Mysis 1, 2, et 3 ; puis en Post larves. Le développement larvaire de *M. vollenhovenii* s'est déroulé avec succès uniquement dans les eaux salées (12 ‰). Les post larves formées 3 mois après la ponte se développent rapidement en eau douce. Et en 6 mois, nous avons obtenu des adultes sexuellement matures. La taille moyenne obtenue à la 1^{ère} éclosion dans notre étude a été de 2,05 mm pour un poids moyen de 0,356 g (Figure 2).

Les facteurs environnementaux

Les crevettes répondent aux facteurs physiques et chimiques de leur environnement. Dans une écloserie, la température de l'eau, la salinité, le PH, l'oxygène dissout jouent un rôle important dans le développement larvaire. Tandis que la température contrôle la dynamique moléculaire et la plupart des réactions chimiques, l'oxygène dissous agit comme le facteur principal de limitation dans les réactions biochimiques commandées par la température.

Influence de la température

La Figure 3 montre que la température joue un rôle important sur la durée des intermues. Ainsi, cette dernière est constante et égale à 2 jours à 28 °C et 30 °C; elle varie de 2 à 3 jours à 25 °C. 8 jours pour atteindre la

première mue, 16 jours entre la 4^{ème} et la 5^{ème} mue.

Le temps nécessaire pour obtenir la première métamorphose est de 9 jours à 28 °C, 20 jours à 22 °C. Le temps séparant l'apparition de la première et de la dernière post-larve est cependant de 10 jours. Le pourcentage final de post-larves atteint 68,4% à 30 °C ; 64,5% à 28 °C, 62,3 % à 25 °C ; 48,9 % à 22 °C ; seulement 23% à 32 °C et 8% à 35 °C.

L'oxygène dissous

La Figure 4 représente la courbe de l'évolution de la quantité d'oxygène dissous en fonction de la température. Elle montre qu'au cours de l'élevage larvaire de *M. vollenhovenii*, plus la température augmente, plus la quantité d'oxygène dissous dans l'eau diminue. A 2,3 mg/litre d'oxygène, les larves cherchent à fuir le fond et se concentrent sur les bords des bacs d'élevage puis elles meurent.

La salinité

D'après notre expérience personnelle, l'éclosion des œufs a eu lieu dans les eaux d'une salinité de 1 à 15‰. Et la durée de la phase larvaire varie avec la salinité (Tableau 2). C'est entre 15 et 30‰ que le temps séparant l'éclosion de la métamorphose est le plus court : 17 à 19 jours. Ce temps augmente pour les salinités de 13 ; 33 et 35‰ passant respectivement à 23 ; 22 et 26 jours. Le nombre de post-larves obtenues est sensiblement le même pour les salinités comprises entre 15 et 30‰ (avec cependant un maximum à 25‰ – 62%).

Le pH

La valeur optimale du pH pour *M. vollenhovenii* se situe ici entre 7 et 8,8. Les valeurs à partir de 9 sont létales pour les post-larves (Tableau 3).

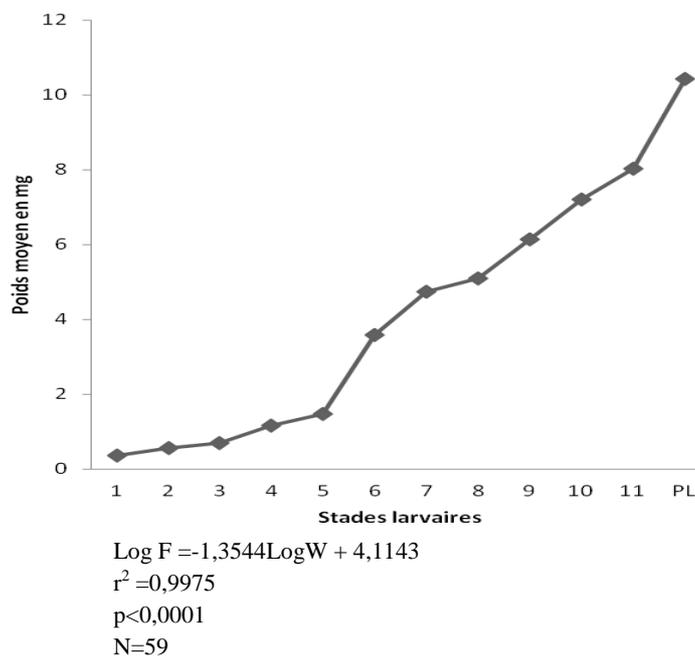


Figure 1: Courbe de fécondité de *Macrobranchium vollenhovenii*.

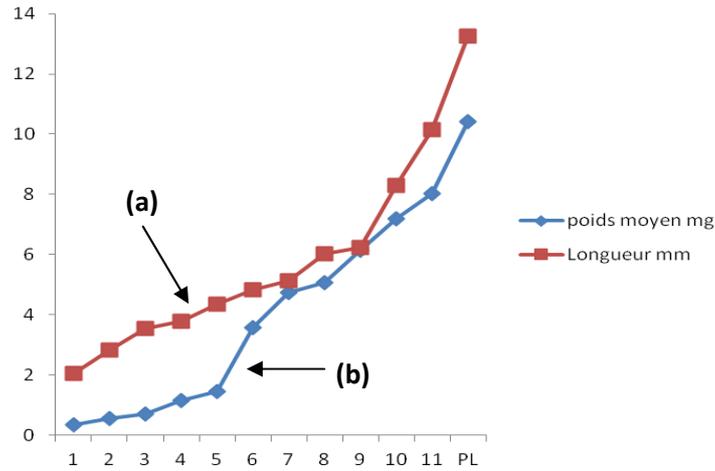


Figure 2: a- Evolution du poids moyen durant le développement larvaire ; b - Evolution du poids et de la taille durant le développement larvaire de *Macrobranchium vollehovenii*.

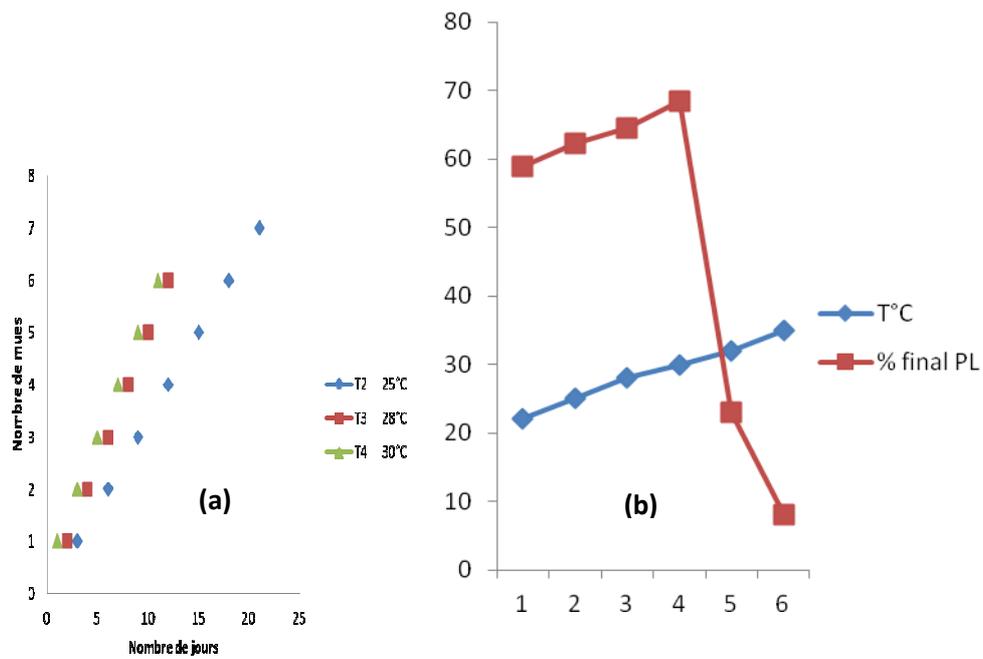


Figure 3: a - Influence de la température sur la durée d'inter mue au cours du développement larvaire de *M. vollehovenii*. (salinité: 30‰ ; densité 20 zoés/l. ; nourriture: nauplii d'artémies) ; b - Evolution du % des PL en fonction de la température.

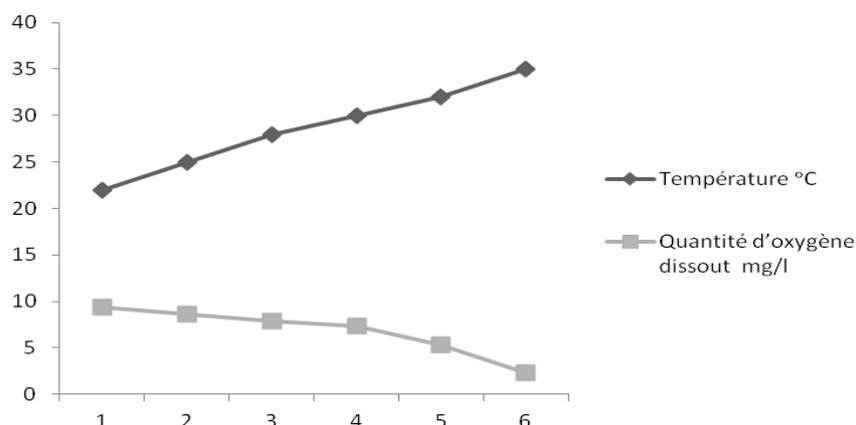


Figure 4: Courbe montrant l'évolution de la quantité d'oxygène dissout en fonction de la température.

Tableau 1: Croissance et caractéristiques des différents stades larvaires de *M. vollehovenii*.

Age des larves jours	Taille des larves (LT mm)	Stage de développement	Remarques
1 - 5	2,2	1 ^{er} Zoé	
5 - 8	2,8 - 3	1 ^{er} /2 ^{ème} Zoé	1 ^{ère} mue, très fragile. De nombreuses mortalités sont enregistrées à ce stade.
8 - 12	3,1 - 3,2	2 ^{ème} Zoé	Encore fragile. Les larves commencent à chasser pour se nourrir activement. Anetekhai (1986) a enregistré 1 ^{ère} colonne rostrale le 8 ^e jour et que les appendices abdominaux sont visibles sur le 11 ^e jour. L'uropode et telson sont également séparés.
12-17	3,3 - 3,5	Mysis I	Toutes les 5 paires d'appendices thoraciques séparés. Grandes chromatophores sur la 2 ^{ème} paire. La 5 ^{ème} paire est non ramifiée.
16-24	3,7 - 4,0	Mysis II	Uropode se rétrécit. les larves pélagiques deviennent photo négatives
22-33	4 - 4,5	Mysis III	Les 5 paires de pléopodes sont visibles. Anetekhai (1986) a noté une mue du stage Mysis en post larve.
33-45	5 - 5,5	PL	Dents rostrales au nombre de 3 à 5, 2 ^{ème} appendice thoracique visible. Les larves sont très résistantes aux changements de salinité.

(Ville, 1971, revue et modifié).

Tableau 2: Influence de la salinité sur le développement larvaire de *Macrobranchium vollenhovenii*.

Salinité ‰	Apparition de la 1 ^{ère} PL	% total de PL
13	23	43
15	18	57
20	17	57,5
25	19	62
30	19	59
33	22	56
35	26	54,5

Tableau 3 : Mesure du PH lors du développement larvaire de *Macrobranchium vollenhovenii*.

Bassins	Classification	PH		
		Mois 1	Mois 2	Mois 3
Bassin 1	Minimum	7,4	7,6	7,7
	Maximum	8,6	8,8	8,3
	Moyenne	8	8,2	8
Bassin 2	Minimum	7,3	7,6	7,5
	Maximum	8,5	8,7	8,3
	Moyenne	7,9	8,1	7,9
Bassin 3	Minimum	7,4	7,2	7,6
	Maximum	8,7	8,4	8,8
	Moyenne	8	7,8	8,2

DISCUSSION

Le rapport de proportionnalité entre mâle et femelle chez *Macrobranchium vollenhovenii* est de 1 : 1,65. Pour Marioghae (1982), le sex ratio est de 1 : 1, tandis que Mwangi (1984) a obtenu un ratio de 1 : 0,91. Le sexe ratio élevé de notre étude s'expliquerait par la présence massive des femelles dans les engins de pêche. Notons aussi que le phénomène de dimorphisme sexuel entre les mâles n'est pas signalé chez *M. vollenhovenii* (Marioghae, 1987 ; Nwosu, 2006). Toutefois, les mâles sont généralement plus grands que les femelles. Les tailles moyennes des femelles au cours de notre étude étaient respectivement de 84,28 mm (écart-type = 10,59), et variait de 65,95 à 100,89 mm LT ; ce qui rejoint les constats de Marioghae (1982 et 1987) et Mwangi (1985) pour lesquels celles - ci sont situées

respectivement entre 90 et 95 mm. La taille modale des femelles ovigères de l'espèce est dans la gamme de taille identique. Le pourcentage des femelles ovigères dans notre étude est de 18,3% ; il est plus élevé que celui signalé par Marioghae (1982) et Mwangi (1984), soit respectivement 7,6% et 4,3%. La taille moyenne des femelles ovigères était significativement plus élevée au début et à la fin de la période de reproduction que dans le milieu. Au Portugal, une diminution de la taille vers la fin de la saison de reproduction a été montré, c'est également le cas pour les espèces *Palaemon* (Omori et Chida, 1988; Cartaxana, 2003). Cela est dû à de jeunes femelles qui rejoignent progressivement le groupe de reproducteurs. Les tailles plus élevées observées à la fin de l'élevage, seraient dues à des plus anciennes crevettes rejoignant le groupe pour leur deuxième

reproduction. La présence de femelles ovigères pourrait être significativement liée à la température de l'eau et de la salinité. Comme il a été encore prouvé par d'autres études (Kyomo, 2000; Bauer, 2004).

Les œufs dénombrés varient entre 4089 (femelle de 16,15 g) et 6255 (femelle de 17,94 g). Ceci rejoint les observations faites par Ovie (1986), qui fait état d'une gamme de 805 à 6666 œufs ; Marioghae (1987) parle de 3000 à 12000 œufs. Ville (1970), lui parle de 300-1000 œufs; Oyekanmi, (2011) de 5000 à 11000 œufs. Nous avons constaté une variation de la fécondité des populations de *M. vollenhovenii*. Le nombre d'œufs variant en fonction du poids des femelles. Ces variations ont également été observées sur d'autres espèces de crustacés comme les crabes (Jimoh et al. 2012). Au cours de l'étude, la relation entre le poids W et le nombre d'œufs (fécondité) est significatif, ce que confirme les travaux d'Ovie (1986), qui a montré que la corrélation entre le poids et la fécondité est élevée alors qu'elle est très faible entre la fécondité et la longueur totale des femelles grainées.

La prédominance des femelles non ovigères pourrait s'expliquer par la difficulté d'attraper les femelles ovigères qui durant la période de reproduction migrent au niveau de l'estuaire où se déroule l'incubation des œufs, ou alors se réfugient dans la végétation aquatique pour fuir la prédation (Ismaël and New, 2000). Une haute fréquence des femelles immatures (gonades au milieu de leur développement) a également été observée. Les variations latitudinales de fécondité (nombre d'œufs par femelle) et le volume d'œufs ont été plus difficiles à appréhender et à interpréter en raison du manque de données disponibles dans cette aire d'étude. Notre étude de la structure actuelle de reproduction observée pour la population *M. vollenhovenii* dans le fleuve Wouri pourrait être utile pour de futures études sur cette espèce.

Miller (1971) a signalé que le développement embryonnaire et larvaire de

M. vollenhovenii dure 50 - 65 jours, alors que Ville (1971) parle de 30-45 jours. Les observations faites sur *M. vollenhovenii* permettent de penser que sa biologie présente beaucoup d'analogie avec celle de *M. rosenbergii*. Seulement, elle a un grand nombre de stades larvaires (15), un peu plus que *M. rosenbergii* (11). Ses œufs sont plus petits et nombreux.

L'éclosion des œufs a eu lieu dans les eaux d'une salinité de 1 à 15‰ ; confirmant par là les travaux de Ovie (1986) et de Nwosu et al. (2006) qui attestent que le processus d'éclosion ne semble en aucune façon être affecté par la salinité de l'eau. Par contre, la durée de la phase larvaire varie avec la salinité (Tableau 2). Kavu (1985) a travaillé sur deux groupes différents de juvéniles de *M. vollenhovenii* ; il a donné des taux de croissance spécifique à différentes salinités. Dans l'ensemble, le taux de croissance spécifique a diminué avec le temps.

Le développement larvaire de *M. vollenhovenii* se déroule dans des milieux avec une salinité supérieure à 5‰, l'optimum étant de 15‰. Anetekhai (1986) a également eu du succès seulement dans des eaux salées. Ovie (1986) a obtenu une mortalité totale des larves de *M. vollenhovenii* dans l'eau douce au 7^{ème} jour. La taille moyenne obtenue à la 1^{ère} éclosion dans notre étude a été de 2,05 mm, ce qui est légèrement inférieur à la taille de la première éclosion donnée par Ville (1971) et Ovie (1986) et qui était respectivement de 2,2 mm et 2 mm. Selon Sipaubá-Tavares (1998, 2009), la température, la salinité, l'oxygène dissous, le pH de l'eau interfèrent souvent dans la reproduction, la distribution et la périodicité des organismes. Chez *M. vollenhovenii*, l'incubation semble être directement affectée par la température. Ville (1970) a observé que la durée d'incubation était plus courte à des températures entre 27 °C et 29 °C, et qu'elle a été allongée à des températures plus basses. A des températures plus élevées (> 32 °C), nous observons une mortalité excessive des femelles ovigères (Nwosu et al., 2013). La

courbe de l'évolution de la quantité d'oxygène dissous en fonction de la température montre que la quantité d'oxygène 2,3 mg/l serait létale pour les larves de *M. vollenhovenii* ; ce qui rejoint les observations faites par Ovie (1986) et pour lesquelles le seuil létal était de 2,33 mg/l. Nwosu et al. (2013) et Mwangi (1984) ont déterminé de faibles niveaux de tolérance du PH pour cette espèce. Il a été rapporté des morts de crevettes à un pH inférieur à 5,0 ; mais n'a enregistré aucun décès à pH 5,5. La valeur optimale du pH pour *M. vollenhovenii* se situe ici entre 7 et 8,8. Les valeurs à partir de 9 sont létales pour les post-larves.

Conclusion

Les différents essais effectués lors de cette étude montrent que la culture en captivité de *M. vollenhovenii* est possible au Cameroun, mais un contrôle absolu des facteurs tels que: la température, le PH, la salinité, l'oxygène dissous, est indispensable puisque ceux-ci jouent un rôle indéniable dans le développement larvaire de *M. vollenhovenii*. L'obtention du meilleur pourcentage de survie des post-larves dans les délais les plus courts passe par : un renouvellement de l'eau dans les bacs tous les trois jours, une température comprise entre 28 -30 °C, une salinité de 25 à 30‰. Les résultats enregistrés au cours de cette première série d'expériences sont très encourageants en ce qui concerne la faisabilité technique de l'élevage de la crevette *Macrobranchium vollenhovenii* au Cameroun. Il reste maintenant à aborder l'étude économique préalable indispensable à tout développement ultérieur.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient particulièrement le responsable de l'écloserie – AQUABIOCAM, toute son équipe et ainsi que tous les pêcheurs qui ont contribué à la capture des crevettes.

REFERENCES

- Anetekhai MA. 1986. Aspects of the bioecology of the African river prawn *Macrobranchium vollenhovenii* (Herklots) in Asejire Lake, Oyo State Nigeria. PhD Thesis, University of Ibadan; p. 225.
- Bauer RT. 2004. *Remarkable Shrimps: Natural History and Adaptations of the Carideans*. University of Oklahoma press: Norman; 270.
- Cartaxana A. 2003. Distribution and migrations of the prawn *Palaemon longirostris* in the Mira River Estuary (Southwest Portugal). *Estuaries*. **17**: 685-694.
- Holthuis LB, Peter KL. 2009. *Nomenclature and Taxonomy. Freshwater Prawns: Biology and Farming* (2nd edn). John Wiley and Sons; 12–17.
- Ismael D, New MB. 2000. *Biology Freshwater Prawn Culture: the Farming of Macrobrachium rosenbergii*; Blackwell Science: London; 18-40.
- Jimoh AA, Clarke EO, Whenu OO, Anetekhai MA, Ndimele PE. 2012. Morphological Characterization of Populations of *Macrobranchium vollenhovenii* and *Macrobranchium macrobranchion* from Badagry Creek, Southwest Nigeria. *Asian Journal of Biological Sciences*, **5**(3): 126-137.
- Kavu BW. 1985. *Macrobranchium macrobranchion* (Herklots 1851) its availability and the effect of salinity on the growth of its juveniles. M. Tech. Thesis Univ. of Sc. and Tech/Afri. Reg. Aquacult. Centre Port Harcourt Nigeria; 96p.
- Kyomo ML. 2000. Meat from goats in Tanzania. *J. Anim. Sci.*, **13**: 785–790.
- Marioghae IE. 1982. Notes on the biology and distribution of *Macrobranchium vollenhovenii* and *Macrobranchium macrobranchion* in the Lagos Lagoon. *Rev. Zool Afr.*, **96**(3): 493 – 506.
- Marioghae IE. 1987. An appraisal of the cultivability of Nigerian Palaemonid

- prawns. African Regional Aquaculture Centre Working paper ARAC/87/WP/4 12p.
- Miller GC. 1971. Commercial fishery and biology of the fresh water shrimp *Macrobrachium* in the Lower St-Paul River, Liberia, 1952-1953 (U.S. Dept. of Commerce, Special Scientific Report – Fisheries n 626, Washington. DC.
- Mwangi BT. 1984. *Macrobrachium vollenhovenii* (Herklots 1857) its availability, tolerance of salinity and low PH, and an assessment of its use as a predator in polyculture. M. Tech Thesis Univ. Of Sc. and Tech/Afr. Reg. aquacult. Centre, Port Harcourt, 79p.
- Nwosu FM, Wolfi M. 2006. Population dynamics of the giant African river prawn *Macrobrachium vollenhovenii*, Herklots 1857 (Crustacea, Palaemonidae) in the Cross River estuary, Nigeria. *West African Journal of Applied Ecology*, **9**: 1-18.
- Nwosu FM. 2013. Management implications of sex ratios of three palaemonid shrimps in the cross river estuary, South – East, Nigeria. *Journal of Fisheries and Aquatic Science* **8**(1): 291 – 294.
- Omori M, Chida Y. 1988. Reproductive Ecology of a Caridean Shrimp *Palaemon macrodactylus* in Captivity. *Japan Science and Technology Agency*, **54**(3): 377-383.
- Ovie SI. 1986. Some notes on the cultivation of live fish food. Proceedings of the 5th annual conference on fisheries enterprises and information brochure, Fisheries Society of Nigeria. 11-76.
- Oyekanmi, Funmilayo B. 2011. Bio-ecology of freshwater prawns *Macrobrachium vollenhovenii* (Herklots, 1857) and *Caridina africana* (Kingsley, 1882) at Asejire Lake and Erin-ijesa waterfalls, Nigeria. M.Tech. Fisheries Management.
- Sipauba -Tavares LH. 1998. *Limnologia dos Sistemas de Cultivo. Carcinicultura de Agua Doce*. FUNEP: São Paulo; 47-75.
- Sipauba Tavares LH, Santeiro RM, Coelho RM, Braga FM. 2009. Effect of fertilization in water quality and in zooplankton community in open plankton-culture ponds. *Biosci. J, Uberlandia*, **25**(3): 172-180.
- Ville JP. 1970. Recherches sur la reproduction des *Macrobranchiums* des lagunes ivoiriennes. I. La fécondité précoce chez les *Macrobranchiums* de Cote d'Ivoire. *Annales de l'Université d'Abidjan, Série E Ecologie* **III**(I): 253 -261.
- Ville JP. 1971. Biologie de la reproduction des *Macrobranchiums* de Côte d'Ivoire III. Description des premiers stades de *Macrobrachium vollenhovenii* (Herklots 1857), *Ann. Univ. Abidjan, Série E Ecologie* **IV**(I): 325 – 341.
- Zimmermann S, New MB. 2000. *Grow-out Systems - Polyculture and Integrated Culture*. Blackwell Science: Oxford, England; 187-202.