



# Effet de l'amendement au carbonate de calcium (mikhart) de substrat d'élevage sur les performances de reproduction de l'escargot *achatina achatina* (Linné, 1758)

BOUYE Trazié Roger<sup>1\*</sup>, OCHO-ANIN ATCHIBRI A. Louise<sup>2</sup>, MEMEL Jean Didié<sup>1</sup>, OTCHOUMOU Atcho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Biologie et Cytologie Animales, Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

<sup>2</sup>Laboratoire de Nutrition et de Sécurité Alimentaire, Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

\*Auteur pour toute correspondance : [bouyerojer@gmail.com](mailto:bouyerojer@gmail.com) ; Cel : (+225) 07 81 81 17

Original submitted in on 2<sup>nd</sup> November 2016. Published online at [www.m.elewa.org](http://www.m.elewa.org) on 31<sup>st</sup> January 2017  
<http://dx.doi.org/10.4314/jab.v109i1.10>

## RESUME

**Objectif** : Il s'agit d'étudier l'effet du taux d'amendement au carbonate de calcium (Mikhart) du substrat d'élevage sur les performances de reproduction des escargots *Achatina achatina*.

**Méthodologie et résultats** : Des naissains d'escargots âgés de deux mois, avec un poids vif moyen de  $3,30 \pm 1,00$  g et une longueur moyenne de coquille de  $2,80 \pm 0,33$  cm ont été soumis à un régime alimentaire concentré sous forme de farine. Durant 24 mois, ces mollusques ont été élevés sur cinq types de substrats d'élevage ( $S_0$  (terreau) substrat témoin,  $S_{Ca10}$  ( $S_0 + 10\%$  poudre de carbonate de calcium),  $S_{Ca20}$  ( $S_0 + 20\%$  poudre de carbonate de calcium),  $S_{Ca30}$  ( $S_0 + 30\%$  poudre de carbonate de calcium) et  $S_{Ca40}$  ( $S_0 + 40\%$  poudre de carbonate de calcium)). Les résultats ont montré que l'amendement du substrat d'élevage avec de la poudre carbonate de calcium (Mikhart) a une influence significative sur la reproduction de *A. achatina* en ce sens que la maturité sexuelle est atteinte plus précocement à 14 mois sur les substrats  $S_{Ca10}$  et  $S_{Ca20}$  puis tardivement sur le substrat  $S_0$  non amendé (20 mois). En outre, les escargots élevés sur les substrats amendés pondent un nombre élevé d'œufs par ponte entre 252 œufs sur  $S_{Ca10}$  et 312 œufs sur  $S_{Ca40}$ , des œufs plus gros et grands, contrairement au substrat non amendé qui induit des performances de reproduction peu prometteuses.

**Conclusion et application des résultats** : Il convient donc de retenir que la poudre de carbonate de calcium (Mikhart) est une bonne source d'amendement calcique des substrats d'élevage de *A. achatina* et pourrait être conseillée à quiconque voudrait faire l'élevage de cette espèce. Toutefois, il serait profitable de mener cette expérimentation avec les autres espèces d'escargots géants.

**Mots-clés** : *Achatina achatina*, amendement, carbonate de calcium industriel, reproduction, substrats d'élevage

## ABSTRACT

**Objective :** It is about study the effect of breeding substrates amended with industrial calcium carbonate (mikhart) on the reproduction performances of snail *Achatina achatina*.

**Methodology and results :** Juvenile snails of two month old, with  $3.30 \pm 1.00$  g average of live weight,  $2.80 \pm 0.33$  cm average shell length were submitted in a concentrated food. Snails were reared on five substrates ( $S_0$  control substratum,  $S_{Ca10}$  ( $S_0 + 10\%$  powder of calcium carbonate),  $S_{Ca20}$  ( $S_0 + 20\%$  powder of calcium carbonate),  $S_{Ca30}$  ( $S_0 + 30\%$  powder of calcium carbonate) et  $S_{Ca40}$  ( $S_0 + 40\%$  powder of calcium carbonate)) during 24 months. The results showed that the amended substrates had a significant influence on the reproduction of *A. achatina*. The sexual maturity is reached earlier at 14 months on Substrates  $S_{Ca10}$  and  $S_{Ca20}$  and then late at 20 months on control substratum  $S_0$ . In addition, the number of eggs per laying was important and between 252 eggs on  $S_{Ca10}$  and 312 eggs on  $S_{Ca40}$ , bigger and larger eggs, unlike the control substratum that induces deficient performance.

**Conclusion and application des results:** The powder of calcium carbonate (mikhart) is a good source of calcium for amending breeding substrates of *A. achatina*. It could be advised to anyone who would like to breed this animal. However, it would be beneficial to perform this experiment with other species of giant snails.

**Keywords:** *Achatina achatina*, amendment, industrial calcium carbonate, reproduction, breeding substrates

## INTRODUCTION

La chair de l'escargot est une viande très prisée par les populations européennes (Codjia et Noumonv, 2002), Ouest africaines (Agbelusi et Ejidike, 1992) et américaines (Thompson et Cheney, 2004). L'escargot géant est très apprécié dans la zone forestière africaine et y constitue la principale source de protéines animales et de revenus pour de nombreux ménages (Brescia et Chardonnet, 2002 ; FAO, 1998). Il est apprécié pour la saveur et la qualité de sa viande et possède une excellente valeur nutritive. Elle constitue une importante source de protéines animales pour une partie des populations africaines, singulièrement les populations d'Afrique occidentale. Il est démontré que la chair de l'escargot, un produit de «cueillette» est une denrée alimentaire très prisée en Afrique Occidentale (Kouassi et al., 2008). Par ailleurs, les escargots commercialisés proviennent essentiellement de ramassage dans les zones forestières humides. Les cheptels sauvages sont alors de plus en plus menacés non seulement par la chasse trop intense à des fins de commercialisation à grande échelle, mais surtout par la destruction de leur biotope naturel. Dans cette masse de gibier consommée, les escargots géants africains particulièrement l'espèce *Achatina achatina* (Linné, 1758) représentent 68 % des viandes de gibier

consommées à Abidjan contre 26 % dans les autres villes. La contribution de l'escargot dans les quantités de gibier consommées par habitant et par an est de 37% et 12% respectivement en milieu urbain et en milieu rural. (MINEDD, 2014). Environ 1700 tonnes de ces mollusques sont vendues par an sur les marchés d'Abidjan (Kouassi et al., 2008). Ces mollusques sont très appréciés par de nombreuses populations qui les consomment habituellement cuits ou fumés soit sous forme de brochettes d'escargots ou accompagnés de diverses sauces (Ekoué et Kuevi-Akue, 2002). L'escargot est une excellente source de fer, de calcium et de protéines animales souvent déficientes dans la ration alimentaire en pays tropical (Ba, 1994). Sa teneur en protéines est de 74,6 % et riche en acides aminés essentiels, dont la lysine, la leucine et la phénylalanine (Otchoumou et al., 2010). Elle constitue une bonne source de macroéléments (fer, calcium, phosphore, magnésium...). L'achaticulture se donne donc pour objectif majeur la réduction progressivement de la pression de cueillette dans la nature par des techniques rationnelles de production (Branckaert et al., 1992). Bien que l'élevage de l'escargot géant connaisse aujourd'hui un essor rapide en Afrique de l'Ouest, son développement reste entravé par l'application irrationnelle des techniques empruntées

à l'héliculture européenne. Il est certain que l'élevage de ces mollusques nécessite un apport en calcium alimentaire (Otchoumou, 2005) ; cependant, l'escargot puise environ 40% de ses nutriments (calcium) dans le sol sur lequel il vit à l'aide de sa sole pédieuse et demeure inféodé (Jess, 1989 ; Gomot et al., 1986). C'est d'ailleurs pourquoi les densités de peuplement et l'abondance de ces mollusques sont fortement corrélées aux teneurs en calcium des sols colonisés (Johannessen et Solhoy, 2001; Tattersfied et al., 2001; Hotopp, 2002).

## **MATERIEL ET METHODES**

### **Matériel**

**Cadre expérimental :** L'étude a duré 24 mois de novembre 2008 à novembre 2010 et s'est déroulée au sein de la ferme expérimentale d'achaticulture de l'Université Abobo-Adjamé devenue depuis 2012 Université Nangui Abrogoua (Côte d'Ivoire). La ferme était un bâtiment rectangulaire de 8,6 m de longueur sur 7,7 m de largeur. Formé d'une seule pièce, ce bâtiment était constitué de quatre murs avec quatre rangées de claustras sur chaque longueur. Sa toiture était conique avec une ouverture dans sa partie supérieure. Les claustras et l'ouverture dans la toiture assurent une bonne aération de la salle d'élevage. Au sein du bâtiment, la température ambiante et l'humidité relativement moyenne étaient respectivement de  $26 \pm 1,6$  °C et  $89,2 \pm 1,8$  %. Quant à la photopériode, elle était de 12 heures de lumière et de 12 heures.

**Animaux :** Deux cent vingt-cinq juvéniles d'escargot appartenant à l'espèce *A. achatina*, âgés de deux mois environ, ayant un poids vif moyen de  $3,30 \pm 1,00$  g et une longueur moyenne de coquille de  $2,80 \pm 0,33$  cm, ont été utilisés pour cette étude. Ils sont tous nés de reproducteurs sélectionnés et élevés sur la ferme achatinique de ladite université. La méthode de sélection de ces juvéniles a été essentiellement basée sur des critères morphologiques : des poids vifs moyens sensiblement égaux, une coquille bien remplie, sans brisure et enfin, des individus exempts de tous traumatismes connus.

### **Méthodes**

**Confection des substrats d'élevage :** Dans cette étude, le carbonate de calcium industriel (Mikhart) a été utilisé comme source calcique pour l'amendement des substrats d'élevage. Il est constitué de carbonate de calcium naturel issu des gisements de marbre blanc. Ses propriétés physico-chimiques lui permettent d'être utilisé

L'objectif de cette étude est donc de tester l'effet du taux d'amendement du substrat d'élevage avec une source industrielle de calcium carbonate de calcium (Mikhart) sur des performances de reproduction de *Achatina achatina* une espèce d'escargot la plus consommée en Côte d'Ivoire. Il s'agira plus spécifiquement de déterminer la composition chimique des substrats amendés et ensuite d'évaluer l'effet de ceux-ci sur les paramètres de reproduction

dans toutes les applications industrielles du  $\text{CaCO}_3$  : peintures, colles, plastiques, papiers à carton, traitements des eaux, etc. Pour la confection des substrats, du terreau a été prélevé et chauffé afin de réduire la charge pathogène du sol en partie due à *Alluandihella flavicornis* et *Fongus fusarium* pouvant être néfaste à la survie des escargots. Ainsi, un substrat constitué uniquement de 10 kg de ce sol a été confectionné et considéré comme témoin (100 % de terreau). L'amendement du terreau avec le Mikhart à différents taux (10, 20, 30 et 40 %) a permis de confectionner 4 types de substrats d'élevage ( $S_{Ca10}$ ,  $S_{Ca20}$ ,  $S_{Ca30}$  et  $S_{Ca40}$ ) :

-  $S_{Ca10}$  est un mélange de 9 kg de terreau avec 1 kg de Mikhart soit 90 % de terreau et 10 % de Mikhart ;

-  $S_{Ca20}$  est un mélange de 8 kg de terreau avec 2 kg de Mikhart correspondants à 80 % de terreau et 20 % de Mikhart ;

-  $S_{Ca30}$  est constitué de 7 kg de terreau et de 3 kg de Mikhart correspondants respectivement à 70 % et 30 % ;

- Et  $S_{Ca40}$  est constitué de 6 kg de terreau et de 4 kg de Mikhart soit 60 % de terreau et 40 % de Mikhart. Au total 5 types de substrats d'élevage de 10 kg ont été confectionnés dont 4 types de substrats amendés et 1 type de substrat témoin (non amendé).

**Élevage :** 225 naissains d'escargots ont été répartis de façon aléatoire sur les différents substrats expérimentaux. Ainsi, 15 lots de 15 naissains chacun à raison de trois répétitions par type de substrat ont été constitués. Ces escargots ont été élevés à une densité de 25 juvéniles /  $\text{m}^2$  dans des bacs en matière plastique, de forme parallélépipédique à base rectangulaire de dimension (50,5 cm de longueur, 41,5 cm de largeur et 17,5 cm de hauteur). Ces bacs sont également perforés à la base pour faciliter le drainage de l'eau. L'intérieur de ces bacs est garni de 10 kg de substrat humide recouvert de feuilles sèches de cacaoyers que les escargots exploitent

pour s'abriter. Ces bacs sont disposés sur les étagères d'un portoir installé contre les murs intérieurs du bâtiment d'élevage. L'arrosage des enceintes d'élevage a eu lieu deux fois par jour (matin et soir) afin d'y maintenir une certaine humidité favorable à la survie des escargots. Les animaux ont été nourris *ad libitum* à l'aliment concentré tous les deux jours à raison de 20 g par bac, pendant les trois premiers mois d'élevage. C'est un type d'aliment composé, incorporé à 12 % de calcium alimentaire dont les compositions centésimales et biochimiques sont données dans le **Tableau1**, favorisant une meilleure croissance par rapport à l'aliment de type végétal naturellement consommé par les escargots selon Otchoumou (2005). Après chaque repas, les mangeoires sont nettoyées et séchées avant d'être réutilisées. Les

refus alimentaires, ainsi que les fèces, susceptibles de souiller la litière sont aussi éliminés de l'environnement des escargots. Les œufs obtenus à partir des pontes des escargots reproducteurs sont mis à incuber dans des enceintes appropriées. Ce sont des bacs parallélépipédiques en polystyrène de dimensions : 0,14 x 0,17 x 0,21 m, perforés à la base et munis de couvercles aussi perforés qui adhèrent à leurs pourtours. Les bacs d'incubation ont été remplis de bourres de noix de coco (*Cocos nucifera* (Palmaceae)) préalablement nettoyées et séchées. Le choix de ce substrat est guidé par les travaux antérieurs (Otchoumou, 2005 ; Kouassi *et al.*, 2007) qui ont indiqué que les bourres de noix de coco ont permis d'optimiser le taux d'éclosion des œufs d'escargots.

**Tableau1** : Composition, caractéristiques et constituants chimiques de l'aliment concentré sous forme de farine

Composition centésimale de l'aliment concentré (g/100g)									
Maïs	Tourteaux de coton	Soja graines	Blé tendre remoulage bis	Phosphate bicalcique	Complexe Vitaminé	Carbonate de calcium	Sel	Oligoéléments	Total
19,30	16,00	16,00	15,00	4,00	0,50	28,70	0,40	0,10	100
Caractéristiques chimiques de l'aliment concentré en % de matière sèche									
Matière Sèche									
81,07									
Matière Minérale					Matière Organique				
33,43					47,64				
Énergie (cal/g)	Calcium	Phosphore	Potassium	Sodium	Cellulose Brute	Protéines Brutes	Sucres Totaux Libres	Matière Grasse	
2,785	12,02	1,2	1,02	0,37	4,76	17,48	3,1	4,71	
Constituant en % du produit sec déterminé par analyse chimique (AOAC, 1995)									
Matière sèche		Protéines		Lipides totaux		Matières minérales		Calcium	Énergie brute (cal/g)
81,07		19,86		2,36		36,36		11,77	2,851

**Collecte des paramètres de reproduction :** Les escargots ont été suivis sur les différents substrats jusqu'à la maturité sexuelle à partir de 12 mois d'âge. Dès les premiers accouplements, les bacs d'élevage ont été régulièrement visités et les substrats ont été manuellement prospectés pour déceler les éventuelles pontes. Des œufs retrouvés à un même endroit du bac d'élevage soient enfouis ou à la surface de la litière ont été considérés comme constitutifs d'une ponte. A l'aide d'une cuillère en plastique, les œufs récoltés ont permis de déterminer :

- le nombre d'œufs par ponte ;
- Les dimensions de grand et petit diamètre des œufs au millimètre près au moyen d'un pied à coulisse ;
- le poids moyen des œufs par ponte en gramme à l'aide d'une balance électronique.

Les œufs de chaque ponte ont été séparément mis à incuber à l'abri de la lumière pendant deux à trois semaines. Les œufs mis à incuber ont été régulièrement visités afin de déceler les éclos. La moyenne des durées d'incubation des œufs d'une ponte a été considérée comme la durée d'incubation de cette ponte. Les éclos ont été dénombrés et les taux d'éclosion déterminés selon l'équation :

$$\text{Taux d'éclosion (TE) (\%)} : \text{TE \%} = (\text{Nécl} / \text{NCE}) * 100 \quad (1)$$

**Nécl** : Nombre total d'éclos et **NCE** : Nombre total d'œufs pondus

**Analyse chimique des substrats** : La détermination de la composition chimique des substrats d'élevage a été réalisée selon la méthode EDS (Spectrométrie à Diffusion

d'Énergie) proposée par la société PETROCI (Pétrole de Côte d'Ivoire). Environ 2 g du substrat à analyser sont étalés de façon homogène sur un plot à carbone adhésif puis montés sur un microscope électronique FEG Supra 40 VP Zeiss à balayage et pression variable. Dès lors, l'acquisition de la composition chimique a été effectuée sur trois (3) différentes zones de l'échantillon puis il a été établi une moyenne avec un écart-type.

**Analyse statistique :** L'exploitation statistique des données a été réalisée à l'aide du logiciel STATISTICA version 7.1. La normalité des données a été vérifiée avec le test de Shapiro-Wilk et l'histogramme des fréquences.

## RESULTATS

**Composition chimique de substrats d'élevage :** Le **Tableau 2** résume les proportions centésimales des minéraux et de la matière organique présentes dans les substrats constitués à partir du mikhart. Dans l'ensemble, ces substrats ont présenté des teneurs plus élevées en silicium et en calcium qu'en aluminium, en soufre, en potassium, en magnésium, en fer et en cuivre. L'analyse de ces résultats selon le test HSD de Tukey à la probabilité de 0,05 % n'a indiqué aucune différence significative du taux d'aluminium, silicium, soufre, potassium, magnésium, fer et de cuivre dans les substrats  $S_{Ca10}$ ,  $S_{Ca20}$ ,  $S_{Ca30}$  et ensuite  $S_{Ca40}$ . Bien que cette variation ne soit pas significative, l'augmentation du taux d'ajout du  $CaCO_3$  semble réduire la disponibilité en aluminium, en silicium, en potassium et en fer dans les substrats et croître celle du soufre et du fer. Quant à la

La comparaison des valeurs moyennes de la composition minérale et organique des substrats d'élevage ainsi que des paramètres de reproduction a été effectuée selon le test HSD (Honest Significant Difference) de Tukey à un seuil de confiance de 5 %. Les résultats ont été présentés sous forme de moyenne arithmétique avec écart-type et les proportions accompagnées d'intervalle de confiance. Le coefficient de corrélation de Pearson (r) a été calculé afin de mesurer l'intensité de la relation entre les paramètres de reproduction et la teneur en calcium des substrats d'élevage.

teneur en calcium des substrats, elle a été comprise entre 0,15 % ( $S_0$ ) et 27,03 % ( $S_{Ca40}$ ) et a varié proportionnellement en fonction du taux d'accroissement de la source calcique. Les faibles teneurs en titane, thallium, phosphore et sodium des substrats n'ont pu être quantifiées. La proportion en matière organique a varié d'un substrat à un autre et est comprise entre 61,26 % ( $S_{Ca40}$ ) et 70,84 % ( $S_{Ca10}$ ) contre 57,52 % sur le substrat témoin ( $S_0$ ). Toutefois, il est à remarquer que le taux de matière organique est inversement proportionnel au taux d'amendement en  $CaCO_3$  et vraisemblablement au taux de calcium dans le substrat. En effet, le taux de matière organique a été plus élevé sur le substrat  $S_{Ca10}$  moins riche en calcium et plus faible sur le substrat  $S_{Ca40}$  très riche en calcium.

**Tableau 2 :** Composition chimique des substrats enrichis au carbonate de calcium (Mikhart)

Minéraux (%)	Substrats				
	$S_0$ (100 % terreau)	$S_{Ca10}$ ( $S_0$ + 10 % mikhart)	$S_{Ca20}$ ( $S_0$ + 20 % mikhart)	$S_{Ca30}$ ( $S_0$ + 30 % mikhart)	$S_{Ca40}$ ( $S_0$ + 40 % mikhart)
<b>Silicium</b>	32,02 ± 5,21 <sup>a</sup>	9,12 ± 2,82 <sup>b</sup>	9,78 ± 2,85 <sup>b</sup>	8,56 ± 1,81 <sup>b</sup>	8,47 ± 2,01 <sup>b</sup>
<b>Aluminium</b>	5,86 ± 1,24 <sup>a</sup>	1,49 ± 0,29 <sup>b</sup>	1,45 ± 0,48 <sup>b</sup>	1,43 ± 0,33 <sup>b</sup>	1,47 ± 0,52 <sup>b</sup>
<b>Fer</b>	3,01 ± 0,36 <sup>a</sup>	0,65 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,62 ± 0,14 <sup>a</sup>	0,57 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,61 ± 0,13 <sup>a</sup>
<b>Calcium</b>	0,15 ± 0,03 <sup>e</sup>	16,60 ± 2,69 <sup>d</sup>	21,19 ± 4,28 <sup>c</sup>	24,06 ± 3,01 <sup>b</sup>	27,03 ± 4,13 <sup>a</sup>
<b>Soufre</b>	0,00	0,24 ± 0,09 <sup>a</sup>	0,19 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,22 ± 0,07 <sup>a</sup>	0,24 ± 0,04 <sup>a</sup>
<b>Magnésium</b>	0,00	0,17 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,16 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,18 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,22 ± 0,03 <sup>a</sup>
<b>Cuivre</b>	0,00	0,06 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,06 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,08 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,05 ± 0,02 <sup>a</sup>
<b>Potassium</b>	0,05 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,04 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,04 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,00	0,00
<b>Matière Organique (%)</b>	57,52 ± 6,72 <sup>c</sup>	70,84 ± 5,91 <sup>a</sup>	65,66 ± 8,28 <sup>b</sup>	64,51 ± 2,44 <sup>b</sup>	61,26 ± 4,53 <sup>bc</sup>

**NB :** Les valeurs moyennes de la même ligne indexées des mêmes lettres alphabétiques ne sont pas statistiquement différentes au Test de HSD à  $P < 0,05$ .

**Performances de reproduction :** Les caractéristiques de reproduction de *A. achatina* sont présentées dans le **Tableau 3**. Sur ces substrats amendés, les mollusques sont entrés en ponte entre 14 et 16 mois d'âge contre 20 mois sur le substrat  $S_0$ . Les résultats ont indiqué une entrée en ponte à 14 mois sur les substrats  $S_{ca10}$ ,  $S_{ca20}$ , 15 mois sur  $S_{ca40}$  et 16 mois sur  $S_{ca30}$ . Le nombre moyen de pontes annuelles observé par escargot a été d'au moins une ponte. Sur les substrats amendés, le nombre moyen d'œufs pondus a été compris entre 252 œufs sur  $S_{ca10}$  et 312 œufs sur  $S_{ca40}$ , relativement supérieur aux 153 œufs pondus sur le substrat  $S_0$ . Le test statistique HSD de Tukey à  $p < 0,05$  n'a révélé aucune différence significative entre le nombre d'œufs pondus par escargot sur les substrats  $S_{ca10}$  et  $S_{ca20}$ . Les caractéristiques physiques dont le poids moyen, le grand et petit diamètre des œufs ont varié respectivement de 0,102 à 0,131 g, de 6,23 à 7,40 mm et de 5,15 à 5,67 mm. Ces des paramètres de reproduction ont varié en fonction de l'évolution du taux d'accroissement de la teneur en calcium du substrat. Les œufs pondus ont éclos à 15

jours avec des pourcentages d'éclosion compris entre 59,25 % et 76,12 %. Le délai d'incubation des œufs n'a pas varié sur l'ensemble des substrats d'élevage. Les résultats de la corrélation de Pearson entre les paramètres de reproduction et la teneur en calcium des substrats d'élevage sont consignés dans le **Tableau 4**. Le nombre d'œufs par ponte ( $r = 0,992$ ), le poids moyen d'un œuf ( $r = 0,993$ ) et la dimension du grand diamètre ( $r = 0,971$ ) ont été significativement ( $p < 0,01$ ) corrélés positifs à la teneur en calcium du substrat. La dimension du petit diamètre de l'œuf a montré une forte corrélation positive ( $r = 0,935$ ) significative ( $p < 0,05$ ) avec le nombre de pontes par an pendant que le taux d'éclosion a montré une forte corrélation négative ( $r = -0,886$ ) significative ( $p < 0,05$ ) avec le nombre de pontes. Le nombre d'œufs par ponte a été significativement ( $p < 0,01$ ) corrélé positif ( $r = 0,997$ ) avec le poids moyen d'un œuf pendant qu'il a été significativement corrélé positif ( $r = 0,958$ ) à  $p < 0,05$ . Une forte corrélation négative ( $r = -0,882$ ) significative à  $p < 0,05$  a été observée entre le poids moyen d'un œuf et le taux d'éclosion.

**Tableau 3 :** Performances de reproduction en fonction de la teneur en carbonate de calcium (CaCo<sub>3</sub>) du substrat d'élevage

Paramètres	Substrats				
	S <sub>0</sub> (100% terreau)	S <sub>Ca10</sub> (S <sub>0</sub> + 10 % Mikhart)	S <sub>Ca20</sub> (S <sub>0</sub> + 20 % Mikhart)	S <sub>Ca30</sub> (S <sub>0</sub> + 30 % Mikhart)	S <sub>Ca40</sub> (S <sub>0</sub> + 40 % Mikhart)
Age moyen de 1 <sup>ère</sup> ponte (mois)	20	14	14	16	15
Nombre moyen de ponte / escargot /an	1	1	1,2	1,3	1,3
Nombre moyen d'œufs / ponte	153,00 ± 32,87 <sup>d</sup>	252,00 ± 44,20 <sup>c</sup>	260,00 ± 28,89 <sup>c</sup>	286,00 ± 34,68 <sup>b</sup>	312,00 ± 42,70 <sup>a</sup>
Poids moyen des œufs (g)	0,102 ± 0,011 <sup>c</sup>	0,120 ± 0,012 <sup>b</sup>	0,122 <sup>b</sup> ± 0,007 <sup>b</sup>	0,128 ± 0,008 <sup>a</sup>	0,131 ± 0,007 <sup>a</sup>
Grand diamètre des œufs (mm)	6,23 ± 0,28 <sup>d</sup>	7,22 ± 0,36 <sup>bc</sup>	7,33 ± 0,28 <sup>ac</sup>	7,36 ± 0,27 <sup>ab</sup>	7,40 ± 0,23 <sup>a</sup>
Petit diamètre des œufs (mm)	5,15 ± 0,28 <sup>d</sup>	5,21 ± 0,37 <sup>d</sup>	5,35 ± 0,17 <sup>c</sup>	5,51 ± 0,18 <sup>b</sup>	5,67 ± 0,28 <sup>a</sup>
Durée moyenne d'incubation (j)	15,09 ± 3,52 <sup>a</sup>	15,13 ± 3,80 <sup>a</sup>	15,34 ± 2,48 <sup>a</sup>	15,16 ± 2,65 <sup>a</sup>	15,23 ± 2,58 <sup>a</sup>
Taux moyen d'éclosion (%) IC (95 %)	76,12 [68,98-83,26] <sup>a</sup>	72,33 [64,23-80,42] <sup>ab</sup>	70,38 [63,27-77,48] <sup>ac</sup>	65,15 [58,84-71,46] <sup>bcd</sup>	59,25 [52,85-65,65] <sup>d</sup>

IC (95 %) : Intervalle de confiance à 95 %

NB : Les valeurs moyennes de la même ligne indexées des mêmes lettres alphabétiques ne sont pas statistiquement différentes au Test HSD de Tukey à P < 0,05.

**Tableau 4 :** Corrélation de Pearson entre les performances de reproduction et la teneur en calcium du substrat enrichis au (Mikhart)

	Teneur en calcium	Age de 1 <sup>ère</sup> ponte (mois)	Nombre de ponte/escargot/an	Nombre d'œuf/ponte	Poids moyen d'un œuf (g)	Grand diamètre d'un œuf (mm)	Petit diamètre d'un œuf (mm)	Durée d'incubation (jour)	Taux d'éclosion (%)
Teneur en calcium	1								
Age de 1 <sup>ère</sup> ponte (mois)	-0,814	1							
Nombre de ponte/escargot/an	0,812	-0,479	1						
Nombre d'œuf/ponte	0,992**	-0,792	0,756	1					
Poids moyen d'un œuf (g)	0,993**	-0,781	0,819	0,997**	1				
Grand diamètre d'un œuf (mm)	0,971**	-0,921*	0,691	0,958*	0,958**	1			
Petit diamètre d'un œuf (mm)	0,842	-0,391	0,935*	0,855	0,858	0,691	1		
Durée d'incubation (jour)	0,607	-0,647	0,554	0,525	0,517	0,608	0,432	1	
Taux d'éclosion (%)	-0,858	0,436	-0,886*	-0,885*	-0,882*	-0,720	-0,989**	-0,379	1

\*. La corrélation est significative au niveau 0,05

\*\* . La corrélation est significative au niveau 0,01

## DISCUSSION

Cette étude a révélé que l'amendement des substrats en une source calcique primaire améliore considérablement les performances de reproduction de *A. achatina* dont le raccourcissement de l'âge de la première ponte. Les résultats ont indiqué un raccourcissement du délai de maturité sexuelle. L'âge moyen de la première ponte a été de 20 mois sur le substrat témoin et a été réduit à 14 mois sur les substrats  $S_{Ca10}$  et  $S_{Ca20}$ . En effet, l'ajout de Carbonate de calcium industriel (mikhart) dans le substrat d'élevage a permis de raccourcir de façon significative l'âge de la maturité sexuelle. Cette maturité sexuelle a été atteinte à l'âge de 15 mois sur le substrat  $S_{Ca40}$ , 16 mois sur les substrats  $S_{Ca30}$ . Cette précocité de la maturité sexuelle constatée serait due à la présence dans les substrats amendés d'un apport en quantité et en qualité de nutriments, notamment en minéraux dont le calcium d'une part et d'autre part de matière organique, indispensable au métabolisme de la reproduction. A cet effet, Cobbinah (1993) rapporte que les sols riches en calcium et en matière organique amélioreraient les performances de croissances des escargots. Or des croissances pondérales et coquillères fortes induisent des performances de maturation gamétique et de reproduction fortes. Cette hypothèse est justifiée par le fait qu'un escargot qui croît très vite développe tous ces organes notamment les organes génitaux. Par ailleurs, Fournie et Chetail (1984) ont relevé l'importance du calcium dans la protection et la reproduction des gastéropodes terrestres. Au cours de leurs travaux sur les performances reproductrices de *A. achatina* originaire de différents écotypes, Nyameasen et Borkety (2014) ont rapporté que le nombre moyen d'œufs pondus par escargot a varié entre 38 et 563 œufs. Par ailleurs, dans une précédente étude sur *A. achatina*, Cobbinah et al. (2008) ont également observé des tailles moyennes d'œufs compris entre 30 et 300 œufs pondus. Ces valeurs sont pratiquement dans le même intervalle que ceux obtenus au cours de la présente étude qui ont varié entre 150 et 312 œufs par ponte par escargot. Ces observations ont montré une influence de la composition chimique des substrats sur les performances de reproduction chez l'escargot. Ainsi, l'augmentation de la proportion de la source calcique dans le substrat a amélioré considérablement le nombre d'œufs par ponte et les valeurs des caractéristiques physiques de l'œuf (poids moyen et dimensions). Toutefois, l'effet des substrats amendés sur ces paramètres de reproduction déterminés n'a pas marqué de limites. Les valeurs de ces paramètres ont augmenté graduellement en fonction du taux

d'accroissement en calcium du substrat. Cela pourrait s'expliquer par le fait qu'une grande partie du calcium ingéré servirait pour la confection de coquilles d'œufs. En effet, la production d'œufs nécessiterait un apport accru de calcium. Ces conclusions sur l'importance du calcium dans la production d'œufs rejoignent celles d'Engmann et al., 2013 qui auraient confirmé le rôle important du calcium dans la fécondité et la production d'œufs chez les Gastéropodes pulmonés terrestres. Ainsi, ce minéral jouerait aussi un grand rôle dans la formation de la coquille des *Achatinidae*, dans la calcification des œufs, dans la quantité et la taille des œufs pondus (Codjia et Noumonvi, 2002 ; N'da et al., 2004 ; Otchoumou, 2005). Les corrélations fortes et significatives observées entre le nombre d'œufs d'une part, le poids des œufs et la teneur en calcium du substrat d'élevage d'autre part semblent confirmer le rôle du calcium dans la production d'œufs chez *A. achatina*. La durée d'incubation des œufs n'a pas été influencée soit par l'ajout du mikhart dans le substrat. En effet, quel que soit le taux d'amendement du substrat, les durées d'incubation des œufs pondus n'ont guère été différentes statistiquement d'un substrat à un autre. Par ailleurs, des études précédemment menées par Cobbinah et al. (2008) ont situé entre deux et trois semaines la durée d'incubation des œufs chez *A. achatina*, rejoignant ainsi, les valeurs obtenues lors de nos travaux comprises entre 15 j et 16 j. Le délai d'incubation des œufs ne dépendrait pas de la teneur en calcium du substrat d'élevage, mais plutôt selon Ibom et al. (2011) de l'exposition des œufs aux fluctuations des conditions environnementales qui ont une influence sur un certain nombre de facteurs comme la température, la nature du substrat d'incubation et l'apport hydrique. La nature de la source calcique ajoutée au substrat d'élevage n'a pas influencé le taux d'éclosion des œufs et, quel que soit sa proportion dans le substrat. Les pourcentages d'éclosion déterminés au cours de cette étude sont supérieurs à ceux présentés par Adou (2013) qui a rapporté des taux compris entre 28,41 % et 37,48 % obtenus avec *A. achatina* élevé sur du substrat d'élevage non amendé. Les résultats ont montré que les plus faibles taux d'éclosion ont été observés sur les substrats ( $S_{Ca40}$  et  $S_{Ca30}$ ) hautement enrichis au mikhart. Ces faibles taux d'éclosion constatés particulièrement sur ces substrats seraient liés à l'assèchement suivi du craquement des œufs suite à leur exposition à l'air ambiant sur le substrat d'élevage dans les bacs d'élevage juste après la ponte des œufs par les reproducteurs (Dafem et al., 2008). Selon Stievenart (1996), le craquement de l'œuf

interviendrait suite au décollement de la coque de la membrane interne de celle-ci. En effet, ce type de substrat acquiert une structure compacte et un aspect rigide et pâteux après un arrosage à l'eau ne permettant pas ainsi un enfouissement des œufs lors des pontes. Donc, les œufs exposés à l'air libre subissent le phénomène de craquement favorisant ainsi l'action des

microorganismes susceptibles de détruire le contenu des œufs. D'ailleurs, les escargots géants africains creuseraient naturellement dans le sol pour dissimuler leurs œufs (Imerbore, 1990), ce qui serait censé les protéger des prédateurs et d'une éventuelle déshydratation excessive pendant une incubation naturelle.

## CONCLUSION

Cette étude montre que les performances de reproduction de l'escargot *A. achatina* nourri à l'aliment concentré ont été influencées par la teneur en calcium des substrats d'élevage. Ainsi, l'amendement des substrats avec du carbonate de calcium industriel (Mikhart) a permis de

raccourcir l'âge de la maturité sexuelle à 14 mois chez cette espèce, d'augmenter le nombre d'œufs par ponte et d'accroître le taux d'éclosion des œufs. Toutefois, au-delà de 30 % d'amendement, l'aspect compact du substrat d'élevage affecte l'éclosabilité des œufs.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adou C. F. D., 2013. Effet de la qualité du régime et du calcium alimentaire sur les performances biologiques d'*Achatina achatina* (Linné, 1750) en élevage. Thèse de Doctorat unique. Université Nangui Abrogoua, Abidjan, 146p.
- Agbelusi E.A. & Ejidike B.N., 1992. Utilization of the African giant land snail *Archachatina marginata* in the humid area of Nigeria. *Trop. Agric. (Trinidad)*, 69 (1) 88-92.
- Ba C., 1994. Aspect socio-économiques et valeur nutritionnelle de la viande de l'escargot comestibles de Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat 3<sup>e</sup> Cycle. FAST-Université Nationale de Côte d'Ivoire, 110p.
- Branckaerd R., Hardouin J. & stievenart C., 1992. Utilisation du mini-élevage pour une production alimentaire durable. FAO. *Animal production service*, Staff working papers AGAP 02, 24p.
- Brescia F., Chardonnet P., Garine Wichatitsky M. & Jori F., 2002. Les élevages non conventionnels. *Mémento de l'agronome*, CIRAD-GRET Paris.
- Brisson P., 1968. Développement de l'embryon et de ces annexes et étude en culture in vitro chez les achatines (Gastéropodes Pulmonés). *Archives d'anatomie microscopique*, 57 (4) : 345-368.
- Cobbinah J.R., 1993. Snail farming in West-Africa. A practical guide, *CTA publication*, 56p.
- Cobbinah J.R., Vink A. & Onwuka B., 2008. Snail Farming: Production, processing and marketing. *Agromisia Foundation*, Wageningen, First Edition, 82p.
- Codjia J.T.C. & Noumonvi R. C. G., 2002. Les escargots géants. *Guide technique d'élevage*, 2, 36p.
- Dafem R., Ngoula F., Tegua A., Kenfack A. & Tchoumboué J., 2008. Performances de reproduction de l'escargot géant africain (*Archachatina marginata*) en captivité au Cameroun. *Tropicultura*, 26 (3) :155-158.
- Ekoue S. et Kuevi-Akue K., 2002. Enquête sur la consommation, la répartition et l'élevage des escargots géants du Togo. *Tropicultura*, 20 (1) 17-22.
- Engmann F. N., Afoakwah N. A., Darko P. O. & Sefah W., 2013. Proximate and Mineral Composition of Snail (*Achatina achatina*) Meat; Any Nutritional Justification for Acclaimed Health Benefits? *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 3 (4) : 8-15.
- F.A.O., 1998. La faune sauvage et la sécurité alimentaire en Afrique. *Cahier F.A.O. Conservation* 33, Rome.
- Fournie J., Neauport C., Bizet C. et Chetail M., 1987. Importance de la capture du calcium au niveau de la sole pédieuse chez *Helix aspersa*. 7<sup>e</sup> congrès de la Société Française de Malacologie et Symposium International sur la Biologie Appliquée à la Conchyliculture et à l'Héliciculture. Rennes, 31 Août - 5 Septembre 1987, 102p.
- Gomot A., Bruckert S., Gomot L. & Combe J.C., 1986. A contribution of the study of the beneficial effect of soil on the growth of *Helix aspersa*. *Snail farming research*. Association Nationale Elicicoltori, 1: 76-83.
- Hotopp K.P., 2002. Land snail and soil calcium in central Appalachian mountain forest. *Southeasters Naturalist*, 1: 27- 44.

- Ibom L.A., Okon B. & Adinya I. B., 2011. Evaluation of growth and body traits of snaillets obtained from the crossbreeding of black skinned x White skinned snail (*Archachatina* (S)) in the Niger Delta area of Nigeria. *African Journal of Agricultural Research*, 6 (21): 4968-4972.
- Imevbore E. A., 1990. Management techniques in rearing the African giant land snail *A.marginata* (Swainson). *Journal of Animals. Production Research.*, 8: 76-87.
- Jess M.R.J., 1989. The interaction of the diet and substrate on the growth of *helix aspersa* (Müller) variety *maxima*. *Slues and snail in word agriculture Henderson*, 1 Ed., 1: 311-317.
- Johannessen L.E. & Solhoy T., 2001. Effects of experimental increased calcium levels in the litter on terrestrial snail populations. *Pedobiologia*, 45 ( 3) : 234-242.
- Kouassi K.D., Otchoumou A. & Dosso H., 2007. Les escargots comestibles de Côte d'Ivoire : influence de substrats d'élevage sur les paramètres de croissance de *Archachatina ventricosa* (Gould, 1850) en élevage hors sol. *Tropicultura*, 25 (1): 16-20.
- Kouassi K. D., Otchoumou A. & Gnakri D., 2008. Le commerce de *Achatina achatina*, une activité lucrative en Côte d'Ivoire. *Livestock Research for Rural Development*, 20 (4). <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd20/4/koua20058.htm>. Consulté le 08 décembre 2008.
- MINEDD (Ministère de l'Environnement et du Développement Durable), 2014. Cinquième rapport national sur la diversité biologique. Abidjan (Côte d'Ivoire), 106p.
- N'Da K., Otchoumou A., Koffi K. JC., 2004. Alimentation à base de produits du papayer et maturation ovocytaire chez *Achatina fulica* (Bowdich, 1820) en Côte d'Ivoire. *Tropicultura*, 22,4 : 168-172.
- Nyameasen J. K. & Borkety-La E. P., 2014. Effect of formulated diets on growth and reproductive performance of the West African giant snail (*Achatina achatina*). *Journal of Agricultural and biological science*, 9 (1): 6p.
- Otchoumou A., 2005. Effet de la teneur en calcium d'aliments composés et de la photopériode sur les performances biologiques chez trois espèces d'escargot *Achatinidae* de Côte d'Ivoire élevées en bâtiment. Thèse de Doctorat d'État ES-Sciences Naturelles en Biologie et Écologie Animales, Université d'Abobo-Adjamé, Abidjan Côte d'Ivoire, 175p.
- Otchoumou A., Dupont-Nivet M., Ocho ANIN Atchibri L. & Dosso H., 2010. Body proportions and chemical composition of wild and reared edible snails of Ivory Coast. *Italian journal of food science* 22 (1): 1120-1770.
- Stievenart. C., 1996. Morphologie coquillière, Croissance, Reproduction et Estivation chez les escargots géants africains : *Archachatina marginata suturalis*, *Achatina achatina* et *Achatina fulica*. Thèse de Doctor Of Philosophy (PH.D.) en Production Animale Tropicale. Institut de médecine Tropicale Prince Léopold, Antwerpen, Belgique, 204p.
- Tatterfield P., Warui C.M., Seddon M.B. & Kiringe J.W., 2001. Land snail faunas of afro-montane forests of Mont Kenya: ecology, diversity and distribution patterns. *Journal of Biogeography*, 28 (7): 843-861.
- Thompson R. & Cheney S, 2004, Raising Snails. Alternative Farming Systems Information Center. *National Agricultural Library* 10301 Baltimore.