

Étude de la croissance d'un escargot géant africain comestible : *Achatina achatina* (Linné, 1758), élevé sur du substrat amendé à la poudre de coquilles d'escargot.

BOUYE Trazié Roger^{1*}, OCHO-ANIN ATCHIBRI A. Louise², KARAMOKO Mamadou¹, OTCHOUMOU Atcho¹

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

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

*Auteur pour toute correspondance : bouyeroger@gmail.com ; Cel : (+225) 07 81 81 17

Original submitted in on 2nd November 2016. Published online at www.m.elewa.org 31st January 2017
<http://dx.doi.org/10.4314/jab.v109i1.7>

RESUME

Objectif : Cette étude vise à déterminer les effets et les proportions acceptables d'un amendement à la poudre de coquilles d'escargots du substrat d'élevage susceptible d'induire de meilleures performances de croissance chez *Achatina achatina*.

Méthodologie et résultats : Deux cent vingt-cinq juvéniles d'escargots *A. achatina*, âgés de deux mois, de poids vif moyen $3,30 \pm 1,00$ g, de longueur moyenne de coquille $2,80 \pm 0,33$ cm et nourris exclusivement avec un aliment concentré (incorporé à 12 % de calcium alimentaire), ont été élevés sur cinq types de substrats, durant 24 mois. Le substrat témoin S_0 est constitué uniquement de terreau. Les substrats S_{10} , S_{20} , S_{30} et S_{40} sont constitués de terreau amendé respectivement à 10, 20, 30 et 40 % de poudre de coquilles d'escargots. Les résultats ont montré une différence significative ($P < 0,05$) entre les paramètres de croissance observés sur les substrats amendés et ceux des substrats non amendés. Les meilleurs gains pondéraux et coquillers quotidiens ont été obtenus sur le substrat S_{20} ($0,45$ g/j ; $11,73$ cm/j) contenant 5,04 % de calcium et 77,22 % de matière organique.

Conclusion et application des résultats : L'utilisation de la coquille d'escargot exploitée comme source de calcium pour l'amendement du substrat d'élevage peut maintenant être envisagée en l'élevage des escargots géants africains. Toutefois, il est conseillé de n'utiliser que les coquilles des escargots dont les états de santé sont connus afin d'éviter toute contamination du substrat par des agents pathogènes.

Mots-clés : Coquilles d'escargots, croissance, mollusques, substrats d'élevage.

ABSTRACT

Objective: This study aims to determine the effects and acceptable proportions of an amendment with the powder of snail shells of the breeding substrate likely to induce better growth performance at *Achatina achatina*.

Methodology and results: Two hundred and twenty five juvenile snails *Achatina achatina* of two months old with 3.30 ± 1.00 g average of live weight, 2.80 ± 0.33 cm average shell length and fed only to the concentrated diet (incorporated at 12% dietary calcium) were reared on five type of substrates for 24 months. The control

substrate S_0 is only composed of loam. However, the substrates S_{10} , S_{20} , S_{30} and S_{40} are composed of loam amended respectively at 10, 20, 30 and 40% of powder snail shells. This, in the hope to determine the effects and best levels of an amendment to the breeding substrate can induce better growth performance. The results showed a significant difference ($P < 0.05$) between the growth parameters observed for the amended substrates and control substrate. The highest growth rates were achieved with the breeding substrate S_{20} (0.45 g/j; 11.73 cm/j) containing 5.04% calcium and 77.22% organic matter.

Conclusion and application of results: The use of the snail shell as a source of calcium for the amendment of the breeding substrate can now be considered in breeding African giant snails. However, it is advisable to use only the shells of the snails whose state of health is known in order to avoid any contamination of the substrate by pathogens.

Keywords: Snail shells, growth, mollusc, breeding substrates.

INTRODUCTION

En Afrique sub-saharienne, les ressources alimentaires forestières fournissent aux ménages ruraux une part très importante des protéines d'origine animale. Cette exploitation massive des ressources forestières par les populations de plus en plus nombreuses suscite des interrogations quant à la disponibilité continue des animaux sauvages. Or, de nos jours, la dégradation des écosystèmes, l'expansion des terres cultivées et la réduction des zones forestières constituent une menace pour la survie et la pérennité de la faune sauvage dans leur habitat naturel. En Côte d'Ivoire, le nombre d'animaux sauvages abattus était déjà estimé à 50 millions en 1999 (Fantodji & Mensah, 2000). Dans cette masse de gibier consommé, les escargots géants africains occupent une place très importante. Ainsi, eu égard à la croissance démographique galopante et à l'évolution des habitudes alimentaires, leur consommation ne cesse d'augmenter d'année en année. Environ 1900 tonnes par an de ces mollusques rejoignent les marchés d'Abidjan (Kouakou *et al.*, 2014). Ces animaux sont très appréciés par de nombreuses populations qui les consomment habituellement cuits ou fumés et accompagnés de diverses sauces (Stiévenart & Hardouin, 1990). La portion consommable des achatines est essentiellement constituée de la masse pédieuse. La chair de l'escargot est une excellente source de fer, de calcium et de protéines animales (Ba, 1994) souvent déficientes dans la ration alimentaire en pays tropical (Stiévenart & Hardouin, 1990). Sa teneur en protéines est de 74,6 % (Otchoumou *et al.*, 2011). Elle est également très riche en acides aminés essentiels tels que la lysine,

la leucine et la phénylamine (Korn *et al.*, 1987). Quant à la coquille, sa masse atteindrait le tiers du poids vif de l'animal et serait habituellement utilisée dans la décoration artisanale. Cependant, elle serait constituée de 86 à 90 % de calcium (Ajayi *et al.*, 1978) cristallisé sous forme de carbonate de calcium (Ireland & Marigomez, 1992). Ainsi, sa teneur élevée en calcium justifie parfois sa valorisation comme source calcique dans les formulations alimentaires des animaux. En effet, la poudre de coquille d'escargot est servie à la fois dans l'alimentation pour animaux tels que les poulets de chair et pondeuses (Houndounougbo *et al.*, 2013), le petit bétail et les bovins. Or, il est certain que le calcium joue un rôle fondamental dans la physiologie, la croissance et la reproduction des escargots (Otchoumou, 2005). Ce minéral conditionne même le peuplement et l'abondance des gastéropodes terrestres sur les sols (Johannessen & Solhoy, 2001 ; Tattersfied *et al.*, 2001 ; Hotopp, 2002). Les escargots s'en procurent à travers l'aliment et impérativement à partir de la litière où ils tirent environ 40 % de leurs besoins en nutriments selon Jess (1987). Le sol revêt donc une importance indéniable, voire même capitale à leur bonne croissance (Gomot *et al.*, 1986). Compte tenu de la relation étroite liant l'escargot au substrat et la richesse de sa coquille en calcium, il serait judicieux d'explorer les effets d'un amendement du substrat d'élevage à la poudre de coquilles d'escargot sur les performances de croissance d'*Achatina achatina*. Et cela, sur la base des résultats satisfaisants déjà obtenus par Bouye *et al.* (2013) sur l'amendement du substrat d'élevage avec de la poudre de coquilles de

bivalve. L'intérêt de ce travail réside dans le fait qu'*A. achatina* est une espèce d'escargot très appréciée, mais dont la croissance relativement lente, suscite

souvent la réticence des populations lors des actions de vulgarisation de son élevage.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Matériel

Cadre expérimental : L'étude s'est déroulée au sein du bâtiment achatinicole de la ferme expérimentale de l'Université Nangui Abrogoua (UNA), située dans le district d'Abidjan, en Côte d'Ivoire. Elle a été réalisée dans la période allant de novembre 2008 à novembre 2010. C'est un bâtiment rectangulaire de 8,6 m de longueur sur 7,7 m de largeur, formé d'une seule pièce et disposant de quatre rangées de claustras. La présence de claustras et l'ouverture dans la toiture, assurent toutes les deux, une bonne aération du local d'élevage. A l'intérieur du bâtiment, sont disposées le long des murs et à 1 m du sol, deux rangées d'étagères superposées sur lesquelles sont disposées les enceintes d'élevage. La température et l'humidité relativement moyennes du local

d'élevage atteignent respectivement $26 \pm 1,6^\circ\text{C}$ et $89,2 \pm 1,8 \%$. La photopériode est en moyenne de 12 heures de lumière et de 12 heures d'obscurité.

Animaux : Deux cent vingt-cinq juvéniles d'escargot appartenant à l'espèce *Achatina achatina* (Linné, 1758) (**Figure 1**), 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 achatinicole 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.



Figure 1 : Escargots juvéniles d'*Achatina achatina* (Linné, 1758) (Cliché : Bouye, 2010)

Enceintes d'élevage : Ce sont des bacs en matière plastique, de forme parallélépipédique (50,5 cm de longueur, 41,5 cm de largeur et 17,5 cm de hauteur) à base rectangulaire dont les fonds sont perforés de petits trous afin de permettre un bon drainage de l'eau d'arrosage. Le couvercle des bacs est constitué d'un grillage fin en métal inoxydable, porté par un cadre rectangulaire en bois ; le tout formant un dispositif approprié destiné à empêcher la fuite des escargots. Ces

enceintes sont disposées sur les étagères d'un portoir installé contre les murs intérieurs du bâtiment d'élevage.

Substrats d'élevage : Cinq types de substrats (S_0 , S_{10} , S_{20} , S_{30} et S_{40}) ont été confectionnés et utilisés comme litière pour recouvrir l'intérieur des bacs d'élevage. La litière constituée de 10 kg de terre/bac sur une hauteur de 8 cm environ, est composée de terreau prélevé sur le milieu d'étude et amendé à de la poudre de coquille d'escargots (*Achatina achatina*) à différentes proportions.

Cette poudre est obtenue après le passage des coquilles d'escargots dans un broyeur de marque AMUDA et tamisage à l'aide d'un tamis de 1 mm de diamètre de mailles. Le substrat témoin (S_0) est constitué entièrement de terreau prélevé à une profondeur de 10 cm du sol. Le substrat S_{10} est un mélange de terreau avec 10 % de poudre de coquilles d'escargots ; S_{20} , un mélange de terreau avec 20 % de poudre de coquilles d'escargots ; S_{30} , un mélange de terreau avec 30 % de poudre de coquilles d'escargots et enfin S_{40} , un mélange de terreau avec 40 % de poudre de coquilles d'escargots.

Méthodes

Répartition des animaux et conduite d'élevage : Un total de 225 naissains d'escargots a été réparti 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 / m². Le choix de cette densité a été justifié par le fait que les escargots développaient de bonnes performances biologiques sous faible densité (Otchoumou *et al.*, 2004 ; Karamoko *et al.*, 2011). 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, 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.

Collecte des paramètres de croissance : Toutes les deux semaines, les achatines ont été délicatement pesés, au milligramme près, sur une balance électronique EKS de précision 0,1 g. Cette opération a été effectuée après nettoyage à l'aide d'un pinceau pour enlever les restes de terre collée à l'animal. A l'aide d'un pied à coulisse, les coquilles ont été mesurées au dixième de millimètre près, également toutes les 2 semaines. Cette mesure concerne

la plus grande longueur de la coquille qui part de l'apex (sommet de la coquille) au péristome (bord de la coquille).

Expression des principales grandeurs : Les pesées et les mensurations de longueurs de coquilles, ainsi obtenues, ont permis d'évaluer la croissance des escargots sur les différents types de substrats. Ainsi, cette croissance a été appréciée avec les paramètres comme le gain pondéral moyen quotidien (g/j) et le croît coquillier moyen quotidien (cm/j) calculés selon **les équations (1) et (2) :**

- Gain pondéral moyen quotidien (GPMQ) :
$$GPMQ = (Pf - Pi) / \Delta T \quad (1)$$

- Croît coquillier moyen quotidien (CCMQ) :
$$CCMQ = (Lf - Li) / \Delta T \quad (2)$$

Avec: P_i = poids initial ; P_f = poids final; L_i = longueur initiale ; L_f = longueur finale ;
 ΔT = durée en jours.

Les mortalités ont été appréciées selon **l'équation (3):**

- Taux de mortalité (T_m) :
$$T_m = Nm \times 100 / Ne \quad (3)$$

Avec : N_m = nombre d'escargots morts et N_e = nombre total d'escargots.

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. La comparaison des valeurs moyennes de la composition minérale et organique des substrats d'élevage ainsi que des paramètres de croissance 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.

RÉSULTATS

Composition chimique des substrats d'élevage : Les composantes centésimales en minéraux et en matière organique des différents substrats d'élevage amendés avec la poudre de coquilles d'escargots sont consignées dans le **tableau1**. De manière générale, ces substrats sont caractérisés par une teneur plus élevée en aluminium, en silicium, en fer puis en calcium qu'en phosphore, en potassium et en titane. Leur proportion en calcium est comprise entre 2,79 % (S_{Es10}) et 7,83 % (S_{Es40}) contre 0,15 % dans le substrat témoin (S_0). Toutefois, elle semble évoluée proportionnellement en fonction du taux d'amendement à la poudre de coquille d'escargot. Cependant, l'ajout de cette source calcique dans le substrat influence négativement la disponibilité des autres minéraux excepté le calcium. Ainsi, les teneurs en aluminium, silicium, phosphore, potassium, titane et fer

de ces substrats varient peu et ne sont significativement pas différentes à $P < 0,05$ d'un substrat à un autre. Toutefois, les teneurs en potassium et en phosphore restent relativement faibles et varient respectivement de 0,04 à 0,07 % et de 0,15 à 0,24 %. Le taux de matière organique varie peu d'un substrat à un autre et est compris entre 74,67 % (S_{Es40}) et 79,29 % (S_{Es10}) contre 57,52 % sur S_0 . Il n'y a cependant aucune différence significative de teneur en matière entre le substrat S_{Es10} , S_{Es20} , S_{Es30} et S_{Es40} . Par ailleurs, le taux de matière organique semble inversement proportionnel au taux de calcium dans les substrats amendés. En effet, la plus forte teneur en matière organique (79,29 %) est déterminée sur le substrat S_{Es10} , moins riche en calcium contrairement à S_{Es40} qui contient 74,67 % de matière organique.

Tableau1 : Composition chimique des substrats amendés à la coquille d'escargots

Minéraux (%)	Substrat				
	S_0 (100% terreau)	S_{Es10} ($S_T + 10\%$ coquille escargots)	S_{Es20} ($S_T + 20\%$ coquille escargots)	S_{Es30} ($S_T + 30\%$ coquille escargots)	S_{Es40} ($S_T + 40\%$ coquille escargots)
Silicium	32,02 ^a ± 5,21	12,74 ^b ± 3,14	12,69 ^b ± 1,02	12,62 ^b ± 2,28	12,68 ^b ± 1,15
Aluminium	5,86 ^a ± 1,24	3,27 ^b ± 0,43	3,24 ^b ± 0,06	3,19 ^b ± 0,32	3,17 ^b ± 0,11
Fer	3,01 ^a ± 0,36	1,21 ^b ± 0,18	1,19 ^b ± 0,21	1,15 ^b ± 0,09	1,14 ^b ± 0,13
Titane	0,65 ^a ± 0,10	0,30 ^b ± 0,03	0,25 ^b ± 0,07	0,24 ^b ± 0,04	0,22 ^b ± 0,02
Phosphore	0,24 ^a ± 0,01	0,18 ^a ± 0,07	0,15 ^a ± 0,02	0,16 ^a ± 0,03	0,18 ^a ± 0,06
Calcium	0,15 ^e ± 0,03	2,79 ^d ± 1,18	5,04 ^c ± 1,03	6,49 ^b ± 0,49	7,83 ^a ± 0,18
Potassium	0,05 ^a ± 0,01	0,05 ^a ± 0,01	0,05 ^a ± 0,02	0,07 ^a ± 0,01	0,04 ^a ± 0,01
Matière Organique (%)	57,52 ^b ± 6,72	79,29 ^a ± 2,84	77,22 ^a ± 1,48	76,11 ^a ± 2,18	74,67 ^a ± 1,63

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

Croissance pondérale : L'effet des substrats d'élevage amendés à la poudre de coquilles d'escargots sur la croissance pondérale est illustré par les courbes d'évolution établies en fonction du temps (**Figure 2**). Dans l'ensemble, ces courbes ont présenté une allure identique avec trois phases d'évolution distinctes. Dans les substrats amendés (S_{Es10} , S_{Es20} , S_{Es30} et S_{Es40}) comme dans le substrat témoin (S_0), les escargots ont eu une croissance pondérale faible jusqu'à la 20^{ème} semaine d'âge. Ensuite elle a été forte entre la 20^{ème} et la 54^{ème} semaine et ralentie après 54^{ème} semaine. En outre, avant les 24 premières semaines tous les escargots ont eu une croissance pondérale identique. Toutefois, le substrat S_{Es20} a induit la croissance pondérale la plus importante

alors que celle induite par les substrats (S_{Es10} , S_{Es30} et S_{Es40}) est intermédiaire aux substrats (S_0) et (S_{Es20}). Des juvéniles d'escargots pesant initialement entre 3,24 g et 3,25 g sont élevés sur différents substrats amendés (**Tableau 2**). Au bout de 96 semaines d'âge, ces animaux atteignent des poids vifs finaux compris entre 190,87 g sur S_0 et 282,56 g sur S_{Es20} . Quant aux croûts pondéraux quotidiens, ils oscillent autour des valeurs comprises entre 0,30 g/j/escargot et 0,45 g/j/escargot. Les meilleurs poids vifs et croûts pondéraux quotidiens (282,56 g ; 0,45 g/j/escargot) sont obtenus au sein des escargots issus du substrat S_{Es20} . Cependant, l'analyse statistique ne mentionne aucune différence significative entre les croissances pondérales quotidiennes induites d'une part

sur les substrats S_{Es10} , S_{Es20} , S_{Es30} et S_{Es40} puis d'autre part, entre celles induites sur les substrats S_0 et S_{Es40} .

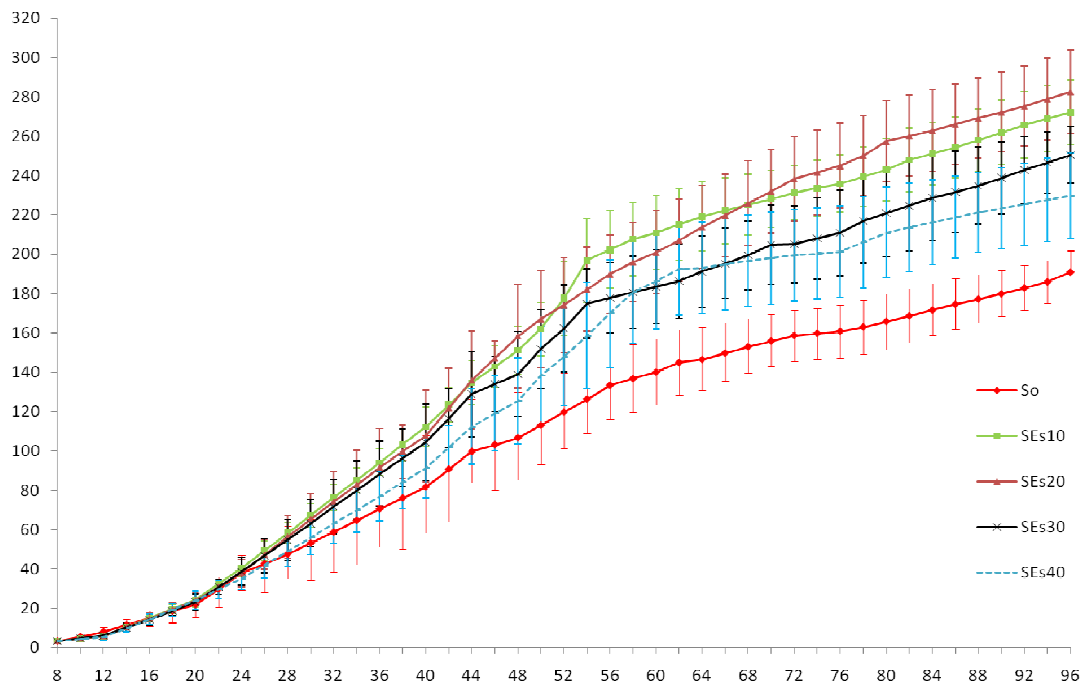


Figure 2 : Effet de la teneur en coquilles d'escargot du substrat d'élevage sur la croissance Pondérale de l'escargot *Achatina achatina*

Tableau 2 : Performances de croissance et taux de survie de l'escargot *Achatina achatina* en fonction de la teneur en poudre de coquilles d'escargots du substrat d'élevage

Paramètres	Substrats				
	S_0 (100% terreau)	S_{Es10} (S_0 + 10% coquilles escargots)	S_{Es20} (S_0 + 20% coquilles escargots)	S_{Es30} (S_0 + 30% coquilles escargots)	S_{Es40} (S_0 + 40% coquilles escargots)
Poids vifs moyen initial (g)	3,25 ^a ± 0,92	3,25 ^a ± 0,99	3,24 ^a ± 0,94	3,24 ^a ± 1,13	3,24 ^a ± 0,61
Poids vifs moyen final (g)	190,83 ^e ± 10,86	271,98 ^b ± 16,52	282,56 ^a ± 21,13	250,33 ^c ± 14,40	229,80 ^d ± 21,40
Gain pondéral moyen quotidien (g/j/escargot)	0,30 ^b ± 0,14	0,43 ^a ± 0,27	0,45 ^a ± 0,21	0,40 ^a ± 0,22	0,36 ^{ab} ± 0,23
Longueur moyenne initiale (mm)	27,20 ^a ± 3,46	27,80 ^a ± 3,36	27,80 ^a ± 2,94	27,6 ^a ± 2,23	27,30 ^a ± 2,64
Longueur moyenne finale (mm)	107,3 ^c ± 3,96	116,36 ^a ± 4,23	117,30 ^a ± 5,55	115,03 ^a ± 6,91	111,10 ^b ± 5,30
Croissance coquillère moyenne quotidienne (mm/j/escargot)	0,13 ^a ± 0,09	0,14 ^a ± 0,11	0,14 ^a ± 0,09	0,14 ^a ± 0,10	0,13 ^a ± 0,10
Taux moyen de survie (%)	96,66 ^b	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a

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

Croissance coquillère : Les courbes S_0 , S_{Es10} , S_{Es20} , S_{Es30} et S_{Es40} de la figure 3 décrivent l'évolution de la croissance des escargots élevés sur différents substrats. Dans l'ensemble, ces courbes ont présenté quasiment les

mêmes allures caractérisées par trois phases distinctes. Dans les quatre substrats amendés (S_{Es10} , S_{Es20} , S_{Es30} et S_{Es40}) ainsi que dans le substrat S_0 , la croissance coquillière a été faible jusqu'à la 24^{ème} semaine d'âge. Elle devient forte entre la 24^{ème} à la 44^{ème} semaine et ralentie après 44^{ème} semaine. Par ailleurs, avant les 24 premières semaines tous les escargots ont eu une croissance coquillière identique. Cependant, le substrat S_{Es20} a induit la croissance coquillière la plus importante alors que celle induite par les substrats S_{Es10} , S_{Es30} et S_{Es40} est intermédiaire par rapport aux substrats S_0 et S_{Es20} . A 96

semaines d'âge, ces escargots adultes atteignent des longueurs moyennes de coquilles finales et des vitesses de croissance coquillière respectivement comprises entre 107,30 et 117,30 mm puis 0,13 mm/j/escargot et 0,14 mm/j/escargot (**Tableau 2**). Le substrat S_{Es20} enregistre le meilleur gain coquillier. Le test statistique ne révèle aucune différence significative entre les longueurs de coquilles finales des substrats S_{Es10} , S_{Es20} et S_{Es30} . Il n'y a aussi pas de différence significative entre les croissances coquillières moyennes quotidiennes obtenues sur l'ensemble des substrats.

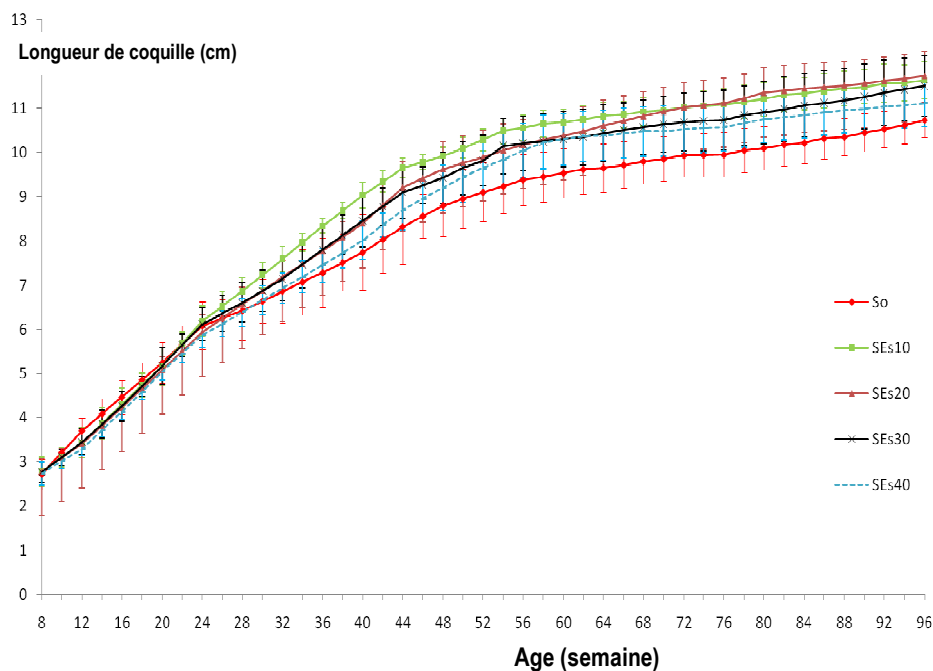


Figure 3 : Effet de la teneur en coquilles d'escargot du substrat d'élevage sur la croissance coquillière de l'escargot *Achatina achatina*

Mortalité : Les escargots élevés sur le substrat non amendé S_0 ont enregistré un taux de survie de 96,66 % (**Tableau 2**). Par contre, aucun cas de mortalité n'a été

enregistré sur les substrats amendés à la poudre de coquilles d'escargot.

DISCUSSION

L'amendement en poudre de coquilles d'escargot du substrat d'élevage a eu un effet certain, une influence notable sur les performances de croissance d'*Achatina achatina*. En effet, l'accroissement de la teneur de cette source calcique dans la litière entraîne une augmentation de la vitesse de croissance pondérale et coquillière qui se traduit par d'importants gains de poids. Les différences significatives entre les substrats amendés avec une croissance pondérale maximale de 0,45 g/j et celle des lots témoins estimées à 0,30 g/j selon le test de Levene

($P < 0,05$) permettent d'attribuer ce surplus de gain de poids à l'amendement du substrat d'élevage. Ces résultats sont similaires à ceux d'Aman *et al.* (2011) qui ont utilisé la même source calcique, mais plutôt sur une autre espèce d'escargot appelée *Archachatina marginata*. Nos conclusions corroborent celles de Kouassi *et al.* (2007), d'Aman *et al.* (2011) et de Bouye *et al.* (2013) qui ont souligné les effets de l'amendement du substrat d'élevage sur la croissance. Chez *A. achatina*, bien que l'amendement du substrat soit nécessaire pour sa

croissance, il existe néanmoins un taux optimal d'amendement qui induit de meilleures croissances. Avec un régime alimentaire concentré (incorporé à 12 % de Ca), ce taux optimal d'amendement est de 20 % correspondant à une teneur en calcium de 6,23 % et en matière organique de 60,61 % du substrat. Ce taux optimal de 20 % est supérieur à celui déterminé par Aman *et al.* (2011) qui ont obtenu de meilleures croissances avec un taux d'amendement de 10 % sur des *Archachatina marginata*. Les bonnes performances de croissance observées seraient donc liées à l'apport combiné de nutriments essentiels d'origine alimentaire et en provenance aussi du substrat, en témoigne les teneurs en calcium et matière organique des substrats amendés. En effet, l'apport de nutriment comme le calcium contribue énormément à l'amélioration de la performance de croissance des escargots en élevage (Zongo *et al.*, 1990 ; Codja, 2001 ; Otchoumou *et al.*, 2005 ; Kouassi *et al.*, 2007). Et selon, Jess (1989) et Bonnet *et al.* (1990), l'escargot utilise le calcium pour élaborer sa coquille, organe conditionnant cette croissance. Cependant, ce minéral ne peut être le seul responsable des performances de croissance observées. Il est indispensable de relever l'action synergique de l'ensemble des éléments minéraux et tout aussi de la matière organique (protéines et lipides) dans le métabolisme de la croissance et même de la reproduction (Cobbinah *et al.*, 2008). Ainsi, le magnésium est indispensable à l'assimilation de la vitamine B₂ (Thianine), essentielle à la synthèse des protéines, au métabolisme des glucides et faciliterait aussi l'absorption du calcium et du phosphore (Parigi, 1986). De même, Regnier (1976) a souligné le rôle des protides dans l'absorption du calcium en formant avec celui-ci et le phosphore des complexes facilement absorbables. Au-delà de 20 %, la poudre de coquilles d'escargot inhibe la croissance des escargots. Toute augmentation de la teneur en calcium des substrats au-delà du taux seuil déterminé n'induit pas une amélioration de la croissance. Ces observations sont

CONCLUSION

Au terme de cette étude, il convient de retenir que l'utilisation de la coquille d'escargot exploitée comme source de calcium pour l'amendement du substrat d'élevage peut maintenant être envisagée en l'achatiniculture. En effet, ajouté à 20 % (équivalant à une teneur de 5,04 % en Ca du substrat) dans le substrat

similaires à celles déjà décrites par Aman *et al.* (2011) sur des substrats à forte teneur en calcium et par (Otchoumou, 2005) lorsque ce dernier a utilisé des taux de calcium supérieures à 12 % dans l'aliment. A ce sujet, certains auteurs dont Boisseau (2005) et Coxam (2005) stipulent qu'un apport de plus en plus élevé en calcium n'est toutefois pas un gage de consolidation de la croissance, car ce minéral est un nutriment de type « seuil ou plateau », c'est-à-dire qu'au-delà d'une valeur critique, aucun bénéfice n'est démontré avec l'augmentation de sa consommation. Ce phénomène physiologique observé chez les animaux serait consécutif à un état d'hypercalcémie occasionné par un apport élevé en calcium. Cet état critique d'hypercalcémie affecterait donc le métabolisme du calcium dans l'organisme engendrant ainsi la mise en œuvre d'un ensemble d'action en vue de réguler cette anomalie. Ces actions se résumeraient en une faible rétention du calcium et un gaspillage du calcium absorbé, privant ainsi l'escargot de toutes ces ressources en minéraux pour satisfaire ses besoins de croissance. Ces conclusions rejoignent celles de Besancon et Lebas (1969) qui ont émis l'hypothèse que chez le lapin soumis à un régime riche en calcium et en phosphore, l'apport phosphocalcique très élevé entraîne une faible rétention et une sorte de gaspillage du calcium absorbé. Ceci étant confirmé par les excréments fécale et urinaire massives de calcium lorsque l'ingestion calcique augmente. En élevage, la majorité des mortalités serait causée par les cassures de coquilles consécutives aux chutes et aux manipulations (Stievenart, 1990 ; Zongo *et al.*, 1990). Nos résultats montrent que les apports combinés d'un régime alimentaire adéquat (12,02 % de calcium) et un amendement à la poudre de coquilles d'escargot contribueraient aussi à assurer la survie des escargots. En effet, les apports calciques du régime concentré et du substrat amendé améliorent considérablement la survie des escargots par l'acquisition de coquilles lourdes et très résistantes (Otchoumou, 2005).

d'élevage, celui-ci favorise une bonne croissance de l'escargot *Achatina achatina*. Toutefois, il est conseillé de n'utiliser que les coquilles des escargots dont les états de santé sont connus afin d'éviter toute contamination du substrat par des agents pathogènes.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aman J-B., Kouassi K. D., Karamoko M., Bouye T. R., & Otchoumou A., 2011. Effet de la teneur en poudre de coquilles d'escargots du substrat d'élevage sur les performances de croissance d'*Archachatina marginata* (Swainson, 1821). *Rev. CAMES-Serie A*, Vol. 12 (1) : 22-27.
- Ajayi S. S., Fewe O.O., Moriarty C. & Awesu M.O., 1978. Observations on the biology and nutritive value of the giant African snail *Archachatina Marginata*. *Edition African Wildlife Journal*, 16: 85-95.
- Ba C., 1994. Aspect socio-économiques et valeur nutritionnelle de la viande des escargots comestibles de Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat 3^e Cycle. FAST-Université Nationale de Côte d'Ivoire, 110p.
- Besancon P. et Lebas F., 1969. Utilisation digestive réelle et rétention du calcium par le lapin en croissance recevant un régime riche en calcium et en phosphore. *Ann. Zootech.*, 18 (4) : 437-443.
- Bonnet J.C., Aupinel P. et Vrillon J.L., 1990. L'escargot *Helix aspersa* : biologie-élevage. Institut National de la Recherche Agronomique, Éditeur, Paris, ISBN : 2-7380-0247-1, 124p.
- Boisseau N., 2005. Nutrition et bioénergétique du sportif : bases fondamentales. Paris, Masson, 217p.
- Bouye T.R., Sika A., Memel J.D., Karamoko M. et Otchoumou A., 2013. Effets de la teneur en poudre de coquilles de bivalves (*Corbula trigona*) du substrat sur les paramètres de croissance d'*Achatina achatina* (Linné, 1758) en élevage hors-sol. *Afrique science*, 9(2) : 142-153.
- Cobbinah J.R., Vink A. & Onwuka B., 2008. Snail Farming : Production, processing and marketing. *Agromisia Foundation*, Wageningen, First Edition, 82p.
- Codjia J.T.C., 2001. Alimentation et croissance des escargots géants africains *Archachatina* (*Calachatina*) *marginata* Swainson et *Achatina fulica* Bowdich, en captivité. *Annale des Sciences Agronomiques du Bénin*, 2, 2 : 141-152.
- Coxam V., 2005. Données nouvelles sur la prévention nutritionnelle de l'ostéoporose. *Médecine/Sciences*, Vol 21, n°3 : 297-301.
- Fantodji A. et Mensah G. A., 2000. Rôle et impact économique de l'élevage intensif de gibier au Bénin et en Côte d'Ivoire. *In* actes Séminaire international sur l'élevage intensif de gibier à but alimentaire en Afrique. Libreville (Gabon), 23 et 24 Mai 2000, 22-42.
- 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.
- Houndounongbo M.F., Chrysostome C.A.A.M., Odoulami C.R. et Codjia J.T.C., 2013. Valorisation des coquilles d'escargot dans l'alimentation des poules pondeuses : Taux optimal et mode de distribution. *Dixième Journée de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, La Rochelle, du 26 au 28 mars 2013*, 911-916.
- Ireland M. P. et Marigomez J. A., 1991. The influence of dietary calcium on the tissue distribution of Cu, Zn, Mg and P and the histological changes in the digestive gland cells of the snail *Achatina fulica* (Bowdich). *Journal of Molluscan Studies*, 58: 157-168.
- 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*, I 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.
- Karamoko M., Memel J-D., Kouassi K. D. et Otchoumou A., 2011. Influence de la densité animale sur la croissance et la reproduction de l'escargot *Limicolaria flammea* (Müller) en conditions d'élevage. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*, 27(2) : 393-406.
- Korn V. S., Morkramer G., Kurt J. P. & Waitkuwait E., 1987. Opportunities of utilizing the African giant snail. *In: Entwicklung und Tierlicher. Raum*, 21, 61-70.
- Kouakou B.K.T., Kouassi K.D. et Kouadio Y.J., 2014. Management of shells of giant African snail (*Achatinidae*) from the markets of Abidjan (Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*, 83: 7625-7635. <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v83i1.13>

- 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.
- Otchoumou A., 2005. Effet de la teneur en calcium d'aliments composés et de la photopériode sur les performances biologiques chez trois espèces d'escargots *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 & Dosso H., 2004. Les escargots comestibles de Côte d'Ivoire : effets de quelques plantes, d'aliments concentrés et de la teneur en calcium alimentaire sur la croissance d'*Archachatina ventricosa* (Gould, 1850) en élevage hors sol en bâtiment. *Tropicultura*, 22, 3:127-133.
- Otchoumou A, Dupont-Nivet M & Dosso H., 2011. Effects of diet quality and dietary calcium on reproductive performance in *Archachatina ventricosa* (Gould 1850), Achatinidae, under indoor rearing conditions. *Invertebrate Reproduction & Development*/ ISSN 0792-259 print/ISSN 2157-0272. <http://www.tandfonline.com/loi/tinv20>
- Parigi B.R., 1986. Les bases de l'alimentation du bétail. *Padoue Nella Litografia Felici Spartaco*, 292p.
- Regnier A.M., 1976. Métabolisme phosphocalcique et remaniements osseux chez le chien : aspects physiologiques. *Thèse Doct. Vet.*, Toulouse, N°78, 125p.
- Stievenart C., 1990. Importance de la combinaison des paramètres poids vif et longueur de coquille pour appréciation de la croissance chez les escargots géants africains. *Livestock Research for Rural Development (Cali, colombie)*, 2 (3) : 66-74.
- Stievenart C. & Hardouin J., 1990. Manuel des escargots géants africains sous les tropiques. Centre technique de Coopération Agricole et Rural, Pays-Bas, 35p.
- 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.
- Zongo D., Coulibali M., Diambra O.H. & Adjiri H.E., 1990. Note sur l'escargot géant africain *Achatina achatina* (Linné). *Nature et faune*, 6, 2: 32- 44.