

Effet de la teneur en protéines alimentaires sur la croissance de l'escargot *Achatina fulica* (Bowdich, 1720)

[Effect of dietary proteins on the growth of the snail *Achatina fulica* (Bowdich, 1720)]

SIKA Nygblé Angèle épouse PIBA¹, KARAMOKO Mamadou¹, BOUYE Trazié Roger¹, OTCHOUMOU Atcho¹, and KOUASSI Kouassi Philippe²

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

²Laboratoire de Zoologie-Biologie Animale, Université Félix Houphouët Boigny de Cocody, 01 BP V34 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

Copyright © 2015 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Two hundred and twenty-five snails *Achatina fulica* (Bowdich, 1720), of approximately three days old, were subjected to two diets made up of green fodder (R₁ and R₂) and three concentrated floured diets (R₃, R₄ and R₅) with variable contents of proteins [10,5% (R₃); 14% (R₄) and 17,5% (R₅)], during 50 weeks in breeding. This work aims at studying the effect of the diet and its content of proteins on the growth of this snail, in captivity. The diet R₁ consists of *Lactuca sativa* (Asteraceae), *Carica papaya* (Caricaceae), *Brassica oleracea* (Brassicaceae), *Cecropia peltata* (Moraceae), *Laportea aestuans* (Urticaceae) and *Phaulopsis falcisepala* (Acanthaceae). In addition to the sheets used for the diet R₁, the diet R₂, is added with sheets of *Leucena leucocephala* (Fabaceae-Mimosoideae), a plant relatively rich in proteins. The growth and the survival rates of snails subjected to the concentrated floured diet rich in protein were definitely better than those subjected to the diets made up of green fodder relatively low in protein. The weight growth improved with the increase of the content of proteins of concentrated diet. Thus, the best live weight (198,62 g) is presented by snails subjected to R₅ follow-up by that obtained with R₄ (178,50 g). The vegetable diet R₂ containing the sheets of *L. leucocephala* caused the most mortality. The survival rate of *A. fulica* knew an improvement with the increase in the rate of proteins of the concentrated diets.

KEYWORDS: breeding, food, growth, mollusc, rate of survival.

RÉSUMÉ: Deux cent vingt-cinq escargots *Achatina fulica* (Bowdich, 1720), âgés d'environ trois jours, ont été soumis à deux régimes constitués de fourrages verts (R₁ et R₂) et trois régimes concentrés de farines (R₃, R₄ et R₅) avec des teneurs en protéines variables [10,5% (R₃); 14% (R₄) et 17,5% (R₅)], pendant 50 semaines en milieu expérimental. Ce travail vise à étudier l'effet du régime et de la teneur en protéines alimentaires sur la croissance de cet escargot, en captivité. Le régime R₁ est constitué de *Lactuca sativa* (Asteraceae), de *Carica papaya* (Caricaceae), *Brassica oleracea* (Brassicaceae), de *Cecropia peltata* (Moraceae), *Laportea aestuans* (Urticaceae) et de *Phaulopsis falcisepala* (Acanthaceae). Le régime R₂, en plus des feuilles utilisées pour le régime R₁, est additionné de feuilles de *Leucena leucocephala* (Fabaceae-Mimosoideae), une plante relativement riche en protéines. Les croissances pondérale et coquillière ainsi que les taux de survies des escargots soumis aux régimes concentrés riches en protéine ont été nettement meilleures que ceux soumis aux régimes végétaux, relativement pauvres en protéines. La croissance pondérale s'est améliorée avec l'augmentation de la teneur en protéines de l'aliment concentré. Ainsi, le meilleur poids vif (198,62 g) est présenté par les escargots soumis au régime R₅, suivi par celui obtenu avec le régime R₄ (178,50 g). Le régime végétal R₂ contenant les feuilles de *L. leucocephala* à un taux de 37,78%, a causé le plus de mortalité. Le taux de survie de *A. fulica* a connu une amélioration avec l'accroissement de la teneur en protéines du régime alimentaire concentré.

MOTS-CLEFS: alimentation, élevage, croissance, mollusque, taux de survie.

1 INTRODUCTION

La viande d'escargot reste aujourd'hui très prisée des populations Ouest africaines. L'escargot géant africain constitue la principale source de protéines animales et de revenus pour de nombreux ménages dans la zone forestière africaine [1], [2]. Il est apprécié pour la saveur et la qualité de sa viande. Sa chair possède une excellente valeur nutritive. Sa teneur en protéines est supérieure à 40% avec presque tous les acides aminés dont a besoin l'homme [3]. Elle constitue une bonne source de macro-éléments (fer, calcium, phosphore, magnésium...) [4]. Ces caractéristiques font de l'escargot un animal de choix en Afrique subsaharienne. Cependant, la principale source d'approvisionnement d'escargots en Afrique reste le ramassage dans la nature [5], [2]. L'engouement croissant des populations pour cette viande se heurte à la réduction sensible des stocks naturels très menacés en raison de la forte pression de ramassage et de la destruction de leur habitat. De plus Leur chair est souvent contaminée par des pesticides organochlorés et parfois par des radioéléments [6], [7]. La consommation peut alors constituer un réel danger de santé publique. Ainsi, l'élevage de ces escargots apparaît plus que nécessaire.

Le succès de l'élevage de ces animaux sauvages nécessite une formulation alimentaire adéquate. C'est d'ailleurs à cet effet, que plusieurs études ont eu pour objectifs de déterminer la teneur en calcium nécessaire pour raccourcir le cycle de croissance et de reproduction de ces animaux [8], [9]. En revanche, aucune étude approfondie n'a encore été menée sur le taux minimal de protéines alimentaires nécessaire pour garantir l'élevage de l'escargot *Achatina fulica*. Dans le souci de rechercher une meilleure alimentation susceptible d'améliorer le poids marchand de cet animal, nous avons comparé les effets de deux types d'aliment dont l'un exclusivement à base de végétaux et l'autre, sous forme concentrée de farine, de teneur en protéines variable, sur la croissance de ce mollusque terrestre, en milieu d'élevage.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 CADRE EXPÉRIMENTAL

Cette étude a été réalisée au centre d'achatiniculture de l'Université Nangui Abrogoua (Abidjan, Côte d'Ivoire). Ce centre comporte un bâtiment où l'élevage se fait sous abris et une zone d'expérimentation en plein air. La température et l'humidité relative mensuelles moyennes dans le bâtiment d'élevage ont été respectivement de $26,7 \pm 1,4$ °C et de $82,6 \pm 1,4\%$. La photopériode a été de 12 heures de lumière et 12 heures d'obscurité.

2.2 ANIMAUX

Les animaux utilisés dans ce travail sont des Mollusques, Gastéropodes, Pulmonés. Ils appartiennent à l'ordre des Stylommatophores, à la super famille des Achatinaceae, à la famille des Achatinidae, au genre *Archachatina* et à l'espèce *Achatina fulica* (Bowdich, 1720).

2.3 ENCEINTES D'ÉLEVAGE

Les escargots ont été élevés dans des bacs en matière plastique de longueur 0,66 m, de largeur 0,6 m et de hauteur 0,2 m soit une surface de base d'environ $0,4 \text{ m}^2$ et un volume de $0,08 \text{ m}^3$. Ces enceintes sont dotées de couvercle de type moustiquaire constituant un dispositif anti-fuite. Leur fond est recouvert de terreau à une hauteur de 4 cm d'épaisseur.

3 MÉTHODES

Deux cent vingt-cinq (225) escargots *Achatina fulica* d'environ 3 jours d'âge sont repartis de façon aléatoire suivant cinq (5) régimes alimentaires dont deux constitués de fourrages verts (R_1 et R_2) et trois concentrés de farine (R_3 , R_4 et R_5). Ces animaux ont été repartis en raison de 15 individus par bac d'élevage et ainsi, trois fois pour chaque régime alimentaire. L'expérience a donc nécessité l'utilisation de 15 enceintes d'élevage, soit 45 escargots testés par type d'aliment. Le régime végétal de fourrages verts R_1 est constitué de feuilles de *Lactuca sativa* (Asteraceae), de *Carica papaya* (Caricaceae), *Brassica oleracea* (Brassicaceae), de *Cecropia peltata* (Moraceae), *Laportea aestuans* (Urticaceae) et de *Phaulopsis falcisepala* (Acanthaceae). Le régime R_2 , en plus des feuilles utilisées pour le régime R_1 , est additionné de feuilles de *Leucena leucocephala* (Fabaceae-Mimosoideae), une plante relativement riche en protéines.

Quant aux régimes concentrés de farine, ils sont formulés en variant leur teneur en farine de soja, source de protéines (Tableau I). Pour éviter la variation simultanée du taux des autres nutriments suite à la diminution du taux de la source protéique dans les régimes R_3 et R_4 , de l'Agar- agar en poudre est incorporé à ceux-ci. Ainsi, aux régimes R_3 et R_4 il est ajoutés

respectivement, 15% et 10% de ce composé afin d'ajuster leur composition centésimale à 100%. Ainsi, les proportions de farine de soja graine dans les régimes R₃, R₄ et R₅ sont respectivement de 5%, 10% et 20%. Ce qui a permis d'obtenir des régimes avec des teneurs en protéine variables (10,5% pour R₃; 14% pour R₄ et 17,5% pour R₅).

Les aliments sont pesés avant d'être servis à ceux-ci tous les deux (2) jours. Au terme des deux jours, les refus alimentaires sont pesés et les mangeoires proprement lavées avant d'être réutilisées. Pour chaque aliment servi, un témoin de 100 g est placé dans les mêmes conditions expérimentales dans des bacs ne contenant pas d'animaux. La pesée de ces aliments témoins au même moment que les refus alimentaires, permet de faire les corrections de poids dues à la dessiccation pour les régimes végétaux de fourrage verts et à l'hydratation pour les régimes concentrés de farine. Les substrats d'élevage sont quotidiennement arrosés matin et soir à l'eau de robinet en raison de 0,30 litre/substrat/arrosage, afin d'y maintenir une humidité relativement constante. Les substrats sont régulièrement débarrassés des refus alimentaires, des animaux morts et des fèces pour éviter le développement d'éventuels agents pathogènes. Les animaux morts sont inventoriés par régime alimentaire et remplacés par des animaux de même âge et sensiblement de même poids, élevés dans les mêmes conditions expérimentales afin de maintenir les densités de départ. Les escargots sont pesés toutes les deux semaines. Leurs longueurs et diamètres de coquilles sont également mesurés à l'aide d'un pied à coulisse mécanique.

3.1 EXPRESSION DES RÉSULTATS

Les performances de croissance des escargots en fonction de leur régime et du taux de protéine alimentaire ont été estimées à partir du gain pondéral moyen quotidien (g/j), des gains moyens quotidiens en diamètre et en longueur de coquille (mm/j) calculés selon les formules suivantes:

- Gain pondéral moyen quotidien (GPMQ) : $GPMQ = \Sigma (P_f - P_i) / Ne \times \Delta T$

- Gain moyen quotidien en diamètre de coquille (GMQD) : $GMQD = \Sigma (D_f - D_i) / Ne \times \Delta T$

- Gain moyen quotidien en longueur de coquille (GMQL) : $GMQL = \Sigma (L_f - L_i) / Ne \times \Delta T$

Où

P_i = poids initial de l'escargot

P_f = poids final de l'escargot

D_i = diamètre initial de l'escargot

D_f = diamètre final de l'escargot

L_i = longueur initiale de l'escargot

L_f = longueur finale de l'escargot

Ne = nombre total d'escargot

ΔT = durée en jours

Les taux de survie, les ingestions alimentaires, les taux moyens journaliers de consommation et les rendements écologiques de croissance en fonction des régimes alimentaires ont été aussi calculés selon les formules suivantes:

- Taux de survie: TV (%) = $(Ne - Nm) \times 100 / Ne$

- Ingestion alimentaire: I_A (g/j/escargot) = $\frac{(I_2 - I_1) - |P_{af} - P_{ai}|}{\Delta T}$

- Taux moyen journalier de consommation (TMJC): TMJC (%) = $(Q \times 100) / P$

- Rendement écologique de croissance (REC): REC (%) = $(DP \times 100) / QT \times Ne$

Où

Ne = nombre total d'escargots

Nm = nombre d'escargots morts

I₁: Poids aliment servi

I_2 : Poids refus

Pai = Poids aliment témoin initial

Paf = poids aliment témoin final

Q = quantité moyen d'aliment journallement consommée (g)

P = Poids moyen de l'escargot (g)

DP = gain de poids (g) pendant un intervalle de temps Δt

QT = quantité total d'aliment distribué journallement

ΔT = durée en jours

3.2 ANALYSE STATISTIQUE

Les différents traitements statistiques sont menés à l'aide des logiciels STATISTICA version 7.1. Les teneurs en protéines des régimes alimentaires sont comparées au test de Kruskal-Wallis. Les effets de la teneur en protéine sur les croissances pondérale et coquillière sont évalués grâce au test LSD (Least Significant Difference). Puis, le test HSD (Honest Significant Difference) de TURKEY a permis d'évaluer l'effet de cette teneur en protéine brute de l'aliment sur les performances de reproduction (âge de première ponte, nombre de ponte par année, nombre d'œufs par ponte, taille et poids des œufs) des animaux. Une analyse de corrélation est menée pour estimer le degré de relation entre les gains de poids, les gains en longueur et diamètre de coquille, les performances de reproductions et la teneur en protéine de l'aliment. Le seuil de signification considéré pour tous ces tests est $P < 0,05$.

4 RÉSULTATS

4.1 CARACTÉRISTIQUE CHIMIQUE DES RÉGIMES ALIMENTAIRES

Les valeurs nutritionnelles des régimes végétaux et concentrés sont présentées par le Tableau II. Les régimes végétaux ont un taux d'humidité (89,27% pour R_1 et 76,5% pour R_2) supérieur à ceux des régimes concentrés (13% pour R_3 ; 6,31% pour R_4 et 6,64 pour R_5). Cependant, ces derniers sont plus riches en nutriments et en énergies métabolisables que les régimes végétaux. Les taux de protéines sont respectivement de 10,5%, 14% et 17,5% dans les régimes concentrés contenant 5% (R_3); 10% (R_4) et 20% (R_5) de farine de soja. Des deux régimes végétaux, celui contenant les feuilles de *L. leucocephala* (R_2) est le plus riches en protéine avec un taux de 4,94% contre 2,75% pour le régime sans *Leucena*. Dans les régimes concentrés, le taux de matière minérale variant entre 28 et 40% est supérieur à celui de protéine brute compris entre 10,5 et 17,5%. Par contre, le taux de protéine brute dans les régimes végétaux, est supérieur à celui de la matière minérale.

4.2 INGESTION ALIMENTAIRE

L'ingestion alimentaire, le taux moyen journalier de consommation et le rendement écologique de consommation en fonction du régime et du taux de protéine alimentaire de *A. fulica* sont regroupés dans le Tableau III. La quantité d'aliment concentré de farine journallement consommée par escargot a varié entre 0.78 et 1 g. Quant à celles des régimes constitués de fourrages verts R_1 et R_2 , elles sont respectivement de 1,24 et 1,89 g. Aucune différence statistique n'est révélée entre les ingestions alimentaires des animaux soumis aux régimes concentrés de farine. En revanche, elles sont statistiquement inférieures à celles des animaux soumis aux régimes R_1 et R_2 . Aussi, les taux moyens de consommation journalier des régimes végétaux (6.45% pour R_1 et 5.79 pour R_2) sont-ils significativement supérieurs à ceux des régimes concentrés de farines (2,26% pour R_3 ; 2,03% pour R_4 et 1,99% pour R_5). Par contre, le rendement écologique de consommation des régimes concentrés est nettement supérieur à celui des régimes de fourrages verts. Le rendement écologique de consommation des régimes concentrés de farine a varié entre 48.33 et 61% alors que ceux des régimes R_1 et R_2 sont respectivement de 16,37% et de 22,5%. L'analyse des résultats indique un accroissement du rendement écologique de consommation avec la teneur en protéine du régime alimentaire.

4.3 CROISSANCE PONDÉRALE

Les performances de croissance pondérale des escargots en fonction du régime et du taux de protéine brute alimentaire sont résumées dans le Tableau IV.

Les escargots aux poids vifs initiaux compris entre 0,35 g et 0,36 g ont présenté des poids vifs variant entre 119,74 g et 198,62 g, au terme des 50 semaines d'élevage. L'analyse statistique des résultats indique une amélioration significative du poids vif final des escargots avec l'accroissement de la teneur en protéine brute alimentaire. Les animaux soumis aux régimes concentrés (R_3 , R_4 et R_5) ont présenté des poids vifs finaux nettement meilleurs que ceux soumis aux régimes végétaux de fourrages verts (R_1 et R_2). Le poids vif final (198,62 g) le plus élevé est enregistré avec le régime concentré R_5 présentant la plus forte teneur en protéine (17,5%) et la plus faible avec le régime végétal de fourrages verts (R_1) pauvre en protéine (2,75%). Les animaux soumis aux régimes concentrés (R_3 , R_4 et R_5) ont présenté des gains quotidiens de poids statistiquement identiques ($0,42 \text{ g.j}^{-1}$ pour R_3 ; $0,51 \text{ g.j}^{-1}$ pour R_4 et $0,57 \text{ g.j}^{-1}$ pour R_5). Les deux régimes végétaux de fourrages verts ont induits des croissances pondérales quotidiennes également similaires ($0,34 \text{ g.j}^{-1}$ pour R_1 et $0,39 \text{ g.j}^{-1}$ pour R_2). La comparaison des gains pondéraux moyens quotidiens, montre que les régimes concentrés R_4 et R_5 sont meilleurs que les régimes constitués de fourrages verts R_1 et R_2 . Les escargots soumis aux régimes R_3 présentent un gain moyen quotidien intermédiaire aux régimes concentré R_4 , R_5 et aux régimes végétaux de fourrages verts R_1 et R_2 .

4.4 CROISSANCE LINÉAIRE DE LA COQUILLE

Au terme des 50 semaines d'élevage, la longueur moyenne de coquille des escargots soumis aux différents régimes alimentaires, a varié entre 11,44 et 16,03 cm avec un gain moyen quotidien compris entre $0,029$ et $0,042 \text{ cm.j}^{-1}$ (Tableau V). L'analyse de ces résultats montre que la croissance linéaire de la coquille des animaux s'est significativement améliorée avec la teneur en protéine de l'aliment. Ainsi, la meilleure longueur moyenne de coquille (16,03 cm) est celle des animaux soumis au régime R_5 et la plus faible (11,44 cm) est celle de ceux soumis au régime végétal de fourrages verts R_1 présentant la plus faibles teneur en protéine. Les gains moyens quotidiens en longueur de coquille enregistrés chez les animaux nourris aux régimes constitués de fourrages verts R_1 ($0,029 \text{ cm.j}^{-1}$) et R_2 ($0,030 \text{ cm.j}^{-1}$) sont statistiquement identiques et comparables à celui des animaux soumis au régime concentré R_3 ($0,034 \text{ cm.j}^{-1}$). Cependant, ces valeurs de gain moyen quotidien en longueur de coquille ($0,029$ et $0,03 \text{ cm.j}^{-1}$) sont inférieures à celles des animaux soumis aux régimes concentrés R_4 ($0,04 \text{ cm.j}^{-1}$) et R_5 ($0,042 \text{ cm.j}^{-1}$).

4.5 CROISSANCE DIAMÉTRALE DE LA COQUILLE

Les escargots aux diamètres de coquille initiaux compris entre 0,90 et 0,91 cm, ont présenté au terme des 50 semaines d'élevage des diamètres moyens de coquille compris entre 4,66 et 6,56 cm avec des gains moyens quotidiens variant entre $0,011$ et $0,016 \text{ cm.j}^{-1}$ (Tableau VI). Le meilleur diamètre de coquille final (6,56 cm) est obtenu avec le régime R_5 (17,50% de protéine). Aucune différence significative n'est observée entre les diamètres de coquille des escargots soumis aux régimes végétaux de fourrages verts R_1 (4,66 cm) et R_2 (4,85 cm).

L'analyse statistique ne révèle aucune différence significative entre les régimes concentrés R_3 (5,50 cm) et R_4 (5,53 cm) pour ce qui concerne les diamètres de coquilles finaux des animaux. Cependant, elle montre que ces deux régimes concentrés sont meilleurs que les régimes végétaux de fourrages verts (R_1 et R_2). Il n'y a aucune différence significative entre les différents régimes en ce qui concerne les gains journaliers en diamètre de coquille qui varient entre $0,011 \text{ cm.j}^{-1}$ et $0,016 \text{ cm.j}^{-1}$. Aussi, ressort-il que les gains en poids vif, en longueur et en diamètre de coquille chez *A. fulica* sont positivement corrélés aux taux de protéine ($0,92 < R < 0,98$), d'énergie métabolisable ($0,73 < R < 0,93$) et de matières minérales ($0,75 < R < 0,84$) dans le régime alimentaire.

4.6 TAUX DE SURVIE

Le taux de survie des escargots soumis aux régimes concentrés R_3 , R_4 et R_5 est resté au-dessus de 90% durant toute la période d'élevage. Quant aux animaux soumis au régime végétal (R_1), leur taux de survie a varié entre 90 et 100% durant les quatorze (14) premières semaines d'élevage, puis entre 80 et 90% à partir de la 14^{ème} semaine jusqu'à la 42^{ème} semaine. Il est descendu ensuite entre 70 et 80% au-delà de la 42^{ème} semaine. Le taux de survie des animaux du régime constitué de fourrages verts additionnés de feuilles de *L. leucocephala* R_2 , est resté en dessous de ceux des autres régimes durant toute la période d'expérimentation. Il a baissé jusqu'à moins de 60% entre la 38^{ème} et la fin de l'expérience.

Le nombre d'animaux morts sur les 45 escargots mis par régime alimentaire, a varié entre trois (3) et dix-sept (17) soit des taux de mortalité extrêmes de 6,67% (R_1) et 37,78% (R_2). Le taux de mortalité le plus élevé est présenté par le régime R_2 contenant les feuilles de *L. leucocephala*. Les taux de mortalité (6,67 et 8,89%) des animaux soumis aux régimes concentrés farines (R_3 , R_4 et R_5) sont statistiquement identiques et plus faibles que ceux des régimes végétaux.

5 DISCUSSION

Achatina fulica est un escargot géant africain qui en milieu naturel se nourrit de végétaux. Des études ont montré que cette espèce consomme une gamme variée de végétaux [8], [10]. Au cours de cette étude, les taux moyens de fourrages verts consommés (6,45% pour R₁ et 5,79% pour R₂) sont nettement supérieurs à ceux des régimes concentrés [2,26% (R₃); 2,03% (R₄); 2,19% (R₅)]. Cela pourrait se justifier par le fait que, les régimes végétaux étant pauvres en minéraux et en protéine, les escargots en consommeraient beaucoup plus pour chercher à satisfaire leurs besoins en minéraux et en protéine. Cette importante consommation de fourrages verts a pour conséquence des fèces volumineuses, collantes et difficiles à enlever [5], [11]. Aussi, alors que le régime concentré est riche en matière sèche (34,3 à 36%) et pauvre en eau (6,42 à 6,64), le régime végétal lui est pauvre en matières sèches (1,32 et 2,98%) et riche en eau (76,5 et 89,27%); ce qui facilite sa consommation par les escargots. En effet, les escargots dans la nature consomment plus les végétaux tendres et riches en eau [8], [12]. Cependant, les rendements écologiques de croissance des régimes végétaux de fourrages verts (16,32% pour R₁ et 22,5% pour R₂) sont négligeables devant ceux des régimes concentrés (48,33% pour R₃; 50,61% pour R₄ et 61% pour R₅). Ainsi, les performances de croissance coquillière et pondérale présentées par les escargots soumis aux régimes concentrés sont nettement meilleures que celles de ceux soumis aux régimes végétaux. Des résultats similaires sont rapportés par de nombreux auteurs tels que [13], [11], [14], [9]. La faible croissance des escargots soumis aux régimes constitués de fourrages verts est liée à leurs carences en nutriments et en énergie [10]. En effet, ces régimes ont une teneur en minéraux (1,32% et 2,38%), en protéine (2,75% et 4,94%) en glucide (4,34% et 6,54%) et en énergie métabolisable (38,24 et 41,08%) plus faible que les régimes concentrés qui ont une teneur en minéraux, en protéine, en glucide et en énergie métabolisable variant respectivement de 28 à 40%; de 10,5 à 17,5%; de 38,57 à 46,41% et de 225,71 à 246,45 Cal/100 g. Ces résultats sont en accord avec [15] qui rapportent que les escargots ont besoin d'énergie, et de protéines pour leur croissance. La variation du taux de protéine dans les régimes concentrés a un effet remarquable sur la croissance des animaux. L'accroissement du taux de protéine alimentaire a entraîné une amélioration significative de la performance de croissance de ceux-ci. Ce résultat est en accord avec [11] et [15] qui rapportent que l'escargot a besoin de protéine pour sa croissance. L'augmentation du taux de protéine de 10,5 à 17,5% dans cette étude, a eu pour conséquence un gain de poids vif de 49,59 g. L'amélioration de la croissance des escargots avec la teneur en protéine de l'aliment n'a présenté aucune limite au cours de cette étude. Cela suggère que le taux minimum de protéine alimentaire pour une bonne croissance chez *A. fulica* est de 17,5%. Ce taux est relativement inférieur à celui proposé par [15] c'est-à-dire 20%. Cette différence serait liée aux conditions d'expérimentations (température, humidité relative de l'air, densité d'élevage, insolation).

Le taux cumulé de mortalité des animaux soumis au régime R₁ constitués de fourrages verts sans *Leucena* est nettement supérieur à ceux des escargots soumis aux régimes concentrés riches en minéraux et en protéine brute. Le faible taux en minéraux notamment en calcium dans ce régime constitué de fourrages verts, serait à l'origine de ce fort taux de mortalité par rapport aux régimes concentrés. En effet, l'escargot utilise le calcium pour l'élaboration et la réparation de sa coquille en cas de brisure, ce qui limite les mortalités dues aux brisures des coquilles couramment observées en élevage [16], [17]. De plus, le calcium alimentaire solidifie la coquille des juvéniles ; les rendant résistants aux différents chocs auxquels ils sont exposés même lors des manipulations [10]. Le régime constitué de fourrages verts additionnés de *Leucena* a causé le plus de mortalité au cours de cette étude surtout chez les juvéniles. En effet, les feuilles de *Leucena* à cause de leur teneur élevée en mimosine, sont réputées toxiques pour les animaux domestiques à sang chaud [18]. Il se pourrait que cette substance soit également à l'origine de la forte mortalité observée chez les jeunes escargots.

Tableau I: Composition centésimale (g / 100 g) des trois régimes concentrés de farine

Constituants (g)	Régimes alimentaires		
	R ₃	R ₄	R ₅
Maïs	15,3	15,3	15,3
Tourteaux de coton	16	16	16
Soja graines	5	10	20
Blé tendre remoulage bis	15	15	15
Phosphate bicalcique	4	4	4
Complexe vitaminé	0,5	0,5	0,5
Carbonate de calcium	28,7	28,7	28,7
Sel	0,4	0,4	0,4
Oligo-éléments	0,1	0,1	0,1
Agar-agar	15	10	0
Total (g)	100	100	100

Tableau II: Caractéristiques chimiques des régimes alimentaires proposés aux escargots

Régimes alimentaires	Humidité (%)	Protéine (%)	Matières minérales (%)	Lipides (%)	Glucides (%)	Energie métabolisable (Kcal/100g)
R ₁	89,27 ^a	2,75 ^e	1,32 ^c	0,12 ^b	6,54 ^b	39,44 ^b
R ₂	76,5 ^b	4,94 ^d	2,98 ^b	0,17 ^b	4,33 ^b	41,08 ^b
R ₃	6,51 ^c	10,5 ^c	34,3 ^a	2,09 ^a	42,11 ^a	246,45 ^a
R ₄	6,42 ^c	14 ^b	36 ^a	2,19 ^a	40,58 ^a	241,71 ^a
R ₅	6,64 ^c	17,5 ^a	35,2 ^a	2,09 ^a	39,97 ^a	243,09 ^a

NB: Les valeurs de la même colonne indexées des mêmes lettres alphabétiques ne sont pas statistiquement différentes ($P < 0,05$).

R₁: 2,75% de protéines; R₂: 4,94% de protéines; R₃: 10,5% de protéines; R₄: 14% de protéines et R₅: 17,5 % de protéines

Tableau III: Ingestion alimentaire, taux moyen journalier de consommation et rendement écologique de croissance en fonction du régime et du taux de protéines alimentaires de l'escargot *A. fulica*

Variables	Régimes alimentaires				
	R ₁ (2,75% de protéine)	R ₂ (4,94% de protéine)	R ₃ (10% de protéine)	R ₄ (14% de protéine)	R ₅ (17,5% de protéine)
Ingestion alimentaire (g/j/escargot)	1,89 ^a ± 0,05	1,24 ^a ± 0,01	0,78 ^b ± 0,04	0,91 ^b ± 0,06	1 ^b ± 0,04
Taux moyen journalier de consommation (%)	6,45 ^a ± 0,05	5,79 ^b ± 0,03	2,26 ^c ± 0,02	2,03 ^c ± 0,01	2,19 ^c ± 0,02
Rendement écologique de croissance (%)	16,37 ^e ± 0,07	22,5 ^d ± 0,15	48,33 ^c ± 0,25	50,61 ^b ± 0,32	61 ^a ± 0,55

NB: Les valeurs moyennes de la même ligne indexées des mêmes lettres alphabétiques ne sont pas statistiquement différentes ($P < 0,05$).

Tableau IV: Performances de croissance pondérale en fonction du régime et du taux de protéine alimentaire

Régimes alimentaires	Poids vif moyen initial (g)	Poids vif moyen final (g)	Gain pondéral moyen quotidien (g/j)
R ₁ (2,75% de protéine)	0,35 ^a ± 0,05	119,74 ^d ± 7,49	0,34 ^c ± 0,24
R ₂ (4,94% de protéine)	0,35 ^a ± 0,05	134,1 ^d ± 6,35	0,39 ^c ± 0,23
R ₃ (10,5% de protéine)	0,35 ^a ± 0,07	149,03 ^c ± 9,69	0,42 ^{ac} ± 0,28
R ₄ (14 % de protéine)	0,36 ^a ± 0,01	178,50 ^b ± 11,19	0,51 ^a ± 0,25
R ₅ (17,5% de protéine)	0,35 ^a ± 0,03	198,62 ^a ± 5,46	0,57 ^a ± 0,31

NB: Les valeurs de la même colonne indexées des mêmes lettres alphabétiques ne sont pas statistiquement différentes ($P < 0,05$).

Tableau V: Performances de croissance linéaire de coquille en fonction du régime et du taux de protéine alimentaire

Variables	Régimes alimentaires				
	R ₁ (2,75% de protéine)	R ₂ (4,94% de protéine)	R ₃ (10% de protéine)	R ₄ (14% de protéine)	R ₅ (17,5% de protéine)
Longueur initiale (cm)	1,29 ^a ± 0,09	1,29 ^a ± 0,91	1,29 ^a ± 0,07	1,30 ^a ± 0,08	1,29 ^a ± 0,09
Longueur finale (cm)	11,44 ^e ± 0,43	12,56 ^d ± 6,34	13,01 ^c ± 1,20	15,34 ^b ± 0,49	16,03 ^a ± 1,08
Gain moyen quotidien en longueur de coquille (cm.j ⁻¹)	0,029 ^c ± 0,01	0,030 ^c ± 0,021	0,034 ^{ac} ± 0,02	0,040 ^a ± 0,02	0,042 ^a ± 0,02

NB: Les valeurs de la même ligne indexées des mêmes lettres alphabétiques ne sont pas statistiquement différentes ($P < 0,05$).

Tableau VI: Performances de croissance diamétrale de coquille en fonction du régime et du taux de protéine alimentaire

Variables	Régimes alimentaires				
	R ₁ (2,75% de protéine)	R ₂ (4,94% de protéine)	R ₃ (10% de protéine)	R ₄ (14% de protéine)	R ₅ (17,5% de protéine)
Diamètre de coquille initial (cm)	0,91 ^a ± 0,09	0,91 ^a ± 0,08	0,9 ^a ± 0,08	0,91 ^a ± 0,08	0,9 ^a ± 0,09
Diamètre de coquille Final (cm)	4,66 ^c ± 0,58	4,85 ^c ± 0,21	5,5 ^b ± 0,31	5,53 ^b ± 0,68	6,56 ^a ± 0,49
Gain moyen quotidien en diamètre de coquille (cm/j)	0,011 ^a ± 0,01	0,012 ^a ± 0,01	0,013 ^a ± 0,01	0,013 ^a ± 0,01	0,016 ^a ± 0,01

NB: Les valeurs de la même ligne indexées des mêmes lettres alphabétiques ne sont pas statistiquement différentes ($P < 0,05$).

6 CONCLUSION

Cette étude menée sur l'effet de la teneur en protéine du régime alimentaire sur les performances de croissance de *A. fulica* avait pour but de déterminer le taux minimum de protéine à prévoir dans la composition alimentaire de ces animaux pour améliorer davantage leur performance de croissance. Les résultats de cette investigation ont montré que la protéine est l'un des nutriments indispensables pour la formulation alimentaire d'escargots. L'accroissement du taux de ce nutriment dans le régime alimentaire de ces animaux a pour conséquence l'amélioration de leurs croissances pondérale et coquillière. A un taux de 17,5%, les escargots ont présenté au bout de 50 semaines d'élevage un poids vif moyen de 198,62g, une longueur moyenne coquillière de 16,03 cm. Les feuilles de *L. leucocephala* fraîches causent assez de mortalité chez juvéniles et les naissains.

REFERENCES

- [1] F. Brescia, P. Chardonnet, M. de Garine Wichtitsky et F. Jori, "Les élevages non conventionnels," *Mémento de l'agronome*, CIRAD-GRET Paris, 2002.
- [2] K. D. Kouassi, A. Otchoumou, et D. Gnakri, "Le commerce des escargots (*Achatina achatina*), une activité lucrative en Côte d'Ivoire," *Livestock Research for Rural Development*, Volume 20, Article #58, 2008. From <http://www.lrrd.org/lrrd20/4/koua20058.htm> (Décembre 2008).
- [3] A. Otchoumou, M. Dupont-Nivet, A. Ocho, L. Atchibri, H. Dosso, "Body proportions and chemical composition of wild and reared edible snails of Ivory Coast," *Italian Journal of Food Science* 22(1): 1120-1170, 2010.
- [4] O. Fagbua, J. A. Oso, J. B. Edward, R. F. Ogunleye, "Nutritional status of four species of giant land snails in Nigeria," *Journal of Zhejiang University-Science B*, 7(9): 686-689, 2006.
- [5] S. W. Adebajju, "A Guide to a successful poultry and snailery business," *Agrocare series*, pp. 22-29, 2000.
- [6] O. O. Babalola, A.O.Akinsoyinu, "Proximate composition and mineral profile of snail meat from different breeds of land snail in Nigeria," *Pakistan Journal of Nutrition*, 8:1842-1844, 2009.
- [7] F N Engmann, N. A. Afoakwah, P. O. Darko, W. Sefah, "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, 2013.
- [8] A. Otchoumou, K. N'da, H. Dosso, K. D. Kouassi, "Inventaire de végétaux sauvages consommés par l'escargot géant africain *Archachatina ventricosa* (Gould 1850): préférences alimentaires," *Haliotis* 33: 13-20, 2004.
- [9] K. D. Kouassi, Otchoumou A. et H. Dosso, "Les escargots comestibles de Côte d'Ivoire: Influence du substrat d'élevage sur les paramètres de croissance de *Archachatina ventricosa* (Gould, 1850) en élevage hors sol," *Tropicicultura*, 25 (1): 16-20, 2007b.
- [10] A. Otchoumou, 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'Etat ès-Sciences Naturelles en Biologie et Ecologie Animales, Université d'Abobo-Adjamé, Abidjan-Côte d'Ivoire, 171p, 2005.
- [11] F. A. O. Akinnusi, Comparative Evaluation of fresh fruits, leaves and concentrate feed on the growth and reproductive performance of the African giant snail (*Archachatina marginata*). *Proceedings of the 27th Annual Conference of Nigeria Society for Animal Production (NSAP)*. March 17-21, 2002 Akure, Nigeria, pp 328-330, 2002.

- [12] A. J. Adeola, A. I. Adeyemo, J. A. Ogunjobi, S. A. Alaye and K. M. Adedokun, "Effect of natural and concentrate diets on proximate composition and sensory properties of Giant Land Snail (*Archachatina marginata*) meat," *Journal of applied science in environmental sanitation*, 5: 185-189, 2010.
- [13] J.T.C. Codjia, "Alimentation et croissance des escargots géants africains *Archachatina* (*Calachatina*) *marginata* (Swainson) et *Achatina fulica* Bowdich, en captivité," *Anales des Sciences Agronomiques du Bénin*, 2, 2: 141-152, 2001.
- [14] A. Otchoumou, H. Dosso, A. Fantodji, "Élevage comparatif d'escargots juvéniles *Achatina achatina* (Linné 1758), *Achatina fulica* (Bowdich 1820) et *Archachatina ventricosa* (Gould 1850): Influence de la densité animale sur la croissance, l'ingestion alimentaire et le taux de mortalité cumulée," *Revue Africaine de Santé et Productions Animales*, 1(2): 146-151, 2003.
- [15] J.C. Cobbinah, V. Adri, et B. Onwuka, "L'élevage des escargots. Production, transformation commercialisation," *Agromisa/ISBN CTA*, 85p, 2008.
- [16] M. Karamoko, Étude de la biologie, de l'écologie et du comportement d'un escargot terrestre d'intérêt économique, *Limicolaria flammea* (Müller, 1774), en milieu d'élevage. Thèse de Doctorat unique, Université de Cocody-Abidjan, N° 604: 166p, 2009.
- [17] J-B. Aman, Effet de la source et de la teneur en calcium du substrat d'élevage sur les performances biologiques d'*Archachatina marginata* (Swainson, 1821). Thèse de Doctorat unique en Biologie et Productions Animales, UFR des Sciences de la Nature, Université Nangui Abrogoua, Abidjan Côte d'Ivoire, 156p, 2013.
- [18] A. S. Sami, C. Augustini, F. J. Schwars, "Effects of feeding intensity and time on feed on performance, carcass characteristics and meat quality of Simmental bulls," *Meat Sciences*, 67: 195-201, 2004.