

*Short note***Perspectives zootechniques et économiques du ver de terre *Eudrilus eugeniae* dans l'aviculture au Gabon****Titre court :** Perspectives zootechniques et économiques d'*Eudrilus eugeniae* dans l'aviculture**Patrick Byambas^{1,2*} Nassim Moula¹ Frédéric Francis³ Jean Luc Hornick¹****Résumé**

Eudrilus eugeniae est une source nutritionnelle pour les volailles. Cette étude a consisté à introduire des lombrics dans l'alimentation des poussins et à en mesurer les effets sur les performances zootechniques et économiques. L'expérience a duré 28 jours avec 20 poussins, de souche Hubbard, divisés en 2 lots homogènes. Le groupe témoin a reçu un aliment conventionnel et l'autre a reçu un aliment iso azoté contenant 3% de MS d'*E. eugeniae*.

Les résultats montrent que la croissance des animaux et le gain moyen quotidien des deux groupes étaient similaires et non significatifs ($P > 0,05$). La différence observée entre les indices de consommation des deux groupes n'a pas été significative ($P > 0,05$) mais la quantité cumulée d'aliment consommé par les animaux du lot expérimental a été significativement inférieure ($P < 0,05$) à la quantité consommée par le lot témoin. Le poids final du lot expérimental ($1118 \pm 20,1$ g) a été supérieur de 9 g par rapport au lot témoin mais non significativement ($P > 0,05$). Les 10 volailles du lot témoin ont consommé plus d'aliment (1854 g), pour une valeur de 1,22 € (806 fcfa) contre 1,20 € (793 fcfa) pour le lot expérimental (1822 g). Le dispositif, de lombriculture est relativement peu coûteux, le prix de revient a été de 1,4 €/kg de lombric (938 fcfa) pour un revenu annuel estimé à 5825 € (3 821 243 fcfa). Ces résultats suggèrent qu'*E. eugeniae* peut être un bon complément nutritif pour l'alimentation des poulets et peut générer des ressources financières intéressantes pour l'éleveur.

Mots clés : poulets, ver de terre, lombriculture, alimentation, économie.**Abstract****Zootechnical and economic prospects of the use of earthworm *Eudrilus eugeniae* in poultry farming in Gabon**

Eudrilus eugeniae is a source of nutrients for poultry. This study aimed to introduce this earthworm into diet of chicken and to measure the effects on animal and economic performances. The experiment lasted for 28 days with 20 chicks, Hubbard strain, divided into 2 homogeneous batches. The control group received a conventional feed and the other received the same feed supplemented with 3% DM of earthworms.

The results show that animal growth and the average daily gain in the two groups were the same and not significantly ($P > 0.05$). The difference of consumption ratio between the two groups was not significantly ($P > 0.05$) but the feed intake of experimental group was significantly ($P < 0.05$) lower than that of control group. The final weight of the experimental batch (1118 ± 20.1 g) was higher of about 9 g than of control group and difference was not significantly ($P > 0.05$). The 10 chickens of the control group consumed more feed (1854 g), for a value of 1.22 € (806 fcfa) against 1.20 € (793 fcfa) for the experimental group (1822 g). The vermiculture device is relatively inexpensive, the cost price was 1.4 €/kg of earthworm (938 fcfa) for an estimated annual income of 5825 € (3 821 243 fcfa). These results suggest that the earthworm can be a good nutritional supplement for chicken feed and can generate valuable financial resources for farmer.

Key words: poultry, earthworms, earthworm farming, feeding, economy.

¹Université de Liège. Faculté de Médecine vétérinaire. Département des Productions Animales. Quartier vallée 2, av. de Cureghem 6, bât. B43. 4000 Liège (Belgique).

E-mail : pbyambas@doct.uliege.be

²Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CENAREST). Institut de Recherches Agronomiques et Forestières (IRAF). Trois quartiers, BP : 2246 Libreville (Gabon). E-mail : manherbee@yahoo.fr

¹Université de Liège. Faculté de Médecine vétérinaire. Département des Productions Animales. Quartier vallée 2, av. de Cureghem 6, bât. B43.

4000 Liège (Belgique). Mail : nassim.moula@ulg.ac.be

³Université de Liège-Gembloux Agro-BioTech. Entomologie fonctionnelle et évolutive. Passage des Déportés, 2. B-5030 Gembloux (Belgique). E-mail : entomologie.gembloux@uliege.be

¹Université de Liège. Faculté de Médecine vétérinaire. Département des Productions Animales. Quartier vallée 2, av. de Cureghem 6, bât. B43. 4000 Liège (Belgique). Mail : jlhornick@ulg.ac.be

Correspondant (*) : BP : 215 Libreville, Gabon ; byambaspatrick@gmail.com

INTRODUCTION

Les vers de terre représentent jusqu'à 70 % de la biomasse du sol (Zirbes et al., 2011). Ils sont présents dans la majorité des écosystèmes terrestres, principalement dans les régions tempérées et tropicales. L'importance des lombrics a beaucoup évoluée grâce à ses multiples usages dans la gestion des déchets organiques, la fertilisation des terres agricoles (Kumar et al., 2018) et l'élevage (Coulibaly et al., 2014; Temgoua et al., 2014).

Le rôle économique des lombrics a été démontré aux Philippines et en Inde où ils permettent de réduire les charges d'exploitation (Sonaiya et al., 2004) et procurent des revenus supplémentaires pour les exploitants (Adorada, 2007). Au Canada, la lombriculture entre dans la filière de production d'appâts pour la pêche sportive (Dominguez et al., 2001, 2011). En Asie, ils sont utilisés aussi pour leurs vertus médicinales (Francis et al., 2005). Leur rôle environnemental reste important à travers la gestion des déchets organiques par le vermicompostage (Yadav et al., 2011; Temgoua et al., 2014). Enfin, dans le cadre de la fertilisation raisonnée des

sols, leur intérêt agronomique est devenu manifeste (Lemtiri et al., 2016).

Près de 15 % de la population mondiale souffre chroniquement de la faim et un milliard d'êtres humains reçoivent des apports protéiques inadéquats (Remond, 2016). Dans le contexte de demande alimentaire croissante, il existe un débat sur l'opportunité de produire pour l'alimentation animale des aliments concurrentiels vis-à-vis de celle de l'homme, compte tenu d'un rapport végétal/animal de transformation protéique de 2,5 à 10 (Delaby et al., 2014) et d'une compétition alimentaire homme-animal qui ne fait que croître (Prayogi, 2011). Les ressources alimentaires non conventionnelles (insectes, vers de terre, déjections animales, etc.) sont ainsi des solutions potentielles aux besoins protéiques pour les animaux.

Différentes études ont rapporté l'intérêt zootechnique du ver de terre dans l'alimentation animale (Morón-Fuenmayor et al., 2008; Moreki et al., 2012) particulièrement comme source de protéine pour l'aviculture mais aussi pour son avantage économique. Au sud Vietnam, (Francis et al., 2003) on produit mensuellement 6 kg de vers de terre par m², pour un coût de 27,5 €/m³ (Francis et al., 2005). En Inde, une unité de lombricompostage de 1500 m² employant 6 ouvriers peut produire chaque année 70 tonnes de ver de terre (Rajendran et al., 2008).

Le ver de terre a été utilisé pour la pisciculture en Malaisie (Abd Rahman Jabir et al., 2012), au Nigéria (Sogbesan & Madu, 2008), au Royaume Uni (Rawling et al., 2012) et en Thaïlande (Sivasankari et al., 2013). Au Brésil, il a été utilisé dans l'alimentation porcine (de Lino Vieira et al., 2004).

Une étude a rapporté que la composition en acides aminés des protéines de vers de terre est similaire à 70% à celle du poisson (Sogbesan et al., 2007), ce qui en fait un substitut remarquable en alimentation des monogastriques (Morin, 2004). Ainsi, des essais de substitution de la farine de poisson par celle du ver de terre dans la ration des volailles ont été réalisés au Cameroun (Agbédé et al., 1994), au Vietnam (Francis et al., 2003), au Nigeria (Sogbesan et al., 2007), au Venezuela (Moula et al., 2018), en Indonésie (Rajendran et al., 2008) et au Botswana (Chiripasi et al., 2013) sans effet négatif sur le gain de poids des animaux.

Hormis son apport en protéines, le ver de terre est également une source d'acides gras (soit environ 1% de la matière sèche des tissus). Selon l'espèce de ver de terre, la teneur en minéraux dans la matière sèche peut varier de 1 à 7 mg/g pour le calcium et de 1 à 3 mg/g pour le fer (Prayogi, 2011).

A ce jour, seulement une seule étude (Agbédé et al., 1994) a été réalisée sur l'incorporation de ver de terre dans l'alimentation de la volaille en zone équatoriale et aucune au Gabon où cependant le ver de terre *Eudrilus eugeniae* (Kinberg, 1867) a été identifié (James et al., 2012).

Le Gabon importe chaque année pour un peu plus de 610 millions d'euros (400 milliards de FCFA) de produits alimentaires et la viande de volaille représentent plus de 50% des viandes importées. Dans ce pays, l'agriculture ne représente pas plus de 5% du PIB et le secteur élevage y est quasi inexistant (FAOSTAT, 2017). Pour améliorer la rentabilité de la production avicole dont l'alimentation représente près de 70% des coûts de production (James et al., 2012), le recours à des sources alternatives de protéine

à moindre coût pourrait être un élément de solution pour le développement de l'aviculture gabonaise.

Cette étude préliminaire se propose de (1) tester l'impact de l'incorporation du ver de terre dans la ration alimentaire sur les paramètres de croissance et la consommation alimentaire du poulet de chair de souche « Hubbard » et d'en (2) estimer le coût économique au Gabon.

Matériel et méthode

Zone d'étude

L'étude a été réalisée à Libreville au Gabon qui est situé en pleine forêt équatoriale avec une latitude de 4°S - 2°3N et une longitude de 8°E - 15°E. La moyenne des pluies est de 2000 mm/an pour une température moyenne de 27°C et une humidité relative de 80% (Emane Mba & Edou-Minko, 2003; Meka M'Allogho, 2013). L'élevage expérimental a été installé dans une ferme partenaire de l'Institut de Recherches Agronomiques et Forestières (IRAF).

Méthodes

Vermiculture

Les vers de terre utilisés étaient issus d'un précédent élevage d'*E. eugeniae* qui a été réalisé selon la technique de production décrite par différents auteurs (Francis et al., 2003; Coulibaly et al., 2010; Tahir et al., 2012). La lombriculture a été réalisée dans dix-huit bacs en plastique de 9,8 litres (L: 33 cm, l: 23 cm, H: 13 cm) soit 176,4 cm³ pour les 18 bacs du dispositif. Le substrat était composé d'un mélange de différentes matières organiques disponibles localement et gratuites (9% de bouse de vaches, 29% de terreau, 24% de fibres de noix de coco, 24% de sciure de bois, et 9% de pré compost) de manière à obtenir un rapport Carbone (C) / Azote (N) = 30 (Byambas et al., 2017). Les parois des bacs ont été peintes en noir pour empêcher le passage de la lumière et maintenir les vers dans l'obscurité. Le substrat a été arrosé, régulièrement, pour maintenir un niveau d'humidité compris entre 70 - 85% (Dominguez et al., 2011). L'humidité dans le substrat a été mesurée avec un humidimètre de sol. L'entretien de la lombriculture se faisait tous les 3 jours et un aliment (arachide broyée) était apporté aux vers de terre durant cette opération. La quantité d'aliment était équivalente à la biomasse de ver de terre dans chaque bac. Pour mesurer la biomasse des vers de terre, ils ont été régulièrement et délicatement sortis des bacs et pesés avant de les y remettre.

Seuls les vers de terre clitellés ont été sélectionnés pour cette expérimentation. Le poids moyen des vers de terre utilisés a été d'environ 2 g. Les vers ont été collectés et nettoyés avec du papier essuie tout avant d'être pesée à l'aide d'une balance digitale. Les lombrics étaient prélevés du bac d'élevage puis rincés dans de l'eau à température ambiante pendant 15 minutes, pour vider le tractus digestif (Tahir et al., 2012), avant d'être utilisés pour l'alimentation des poussins. Les vers de terre étaient issus d'une lombriculture contrôlée, ce qui réduit les risques que contamination des volailles.

Une évaluation du coût de production d'1 kg de vers de terre a été réalisée avec les charges suivantes : le prix d'achat des 18 bacs en plastiques, le prix d'achat de la bouse de vache, du terreau, des fibres de noix de coco, de la sciure de bois, et du pré compost. Tous ces éléments sont disponibles gratuitement dans

Tableau I : Charges liées au dispositif de production des vers de terre

Désignation	Quantité	Unité	PU fcfa	Total fcfa	Total euro
Bac plastique (investissement amorti en 12 mois)	18	unité	1 500	27 000	41,16
Fibre de noix de coco (gratuit)	0,3	kg	0	0	0,00
Bouse de vaches (gratuite)	18	kg	0	0	0,00
Terreau (consommable)	10	kg	120	1 200	1,83
Morceau de sac de joute (gratuit)	18	unité	0	0	0,00
Main d'œuvre entretien (1 hr/semaine)	9	UMO	325,00	2 925	4,46
Main d'œuvre collecte des intrants (3 hr)	3	UMO	325,00	975	1,49
Dépenses totales sur 2 mois				32 100	48,94

la zone d'étude. Seule la main d'œuvre pour le ramassage des ingrédients et le suivi de la vermiculture a été rémunérée. Les opérations d'entretien de l'élevage des vers de terre nécessitent 0,37 UMO (Unité de Main d'œuvre) par semaine. Les coûts des différents intrants sont présentés dans le tableau I

Animaux et dispositif expérimental

L'élevage a été réalisé au sol sur une litière de copeau de bois. Un lot de 20 poussins mâles de souche « Hubbard » d'un jour a été obtenu chez un fournisseur local de poussins d'un **Tableau II :** Composition chimique (g/100g de MS) et énergétique (kJ/100g de MS) du ver de terre *Eudrilus eugeniae* d'après Sogbesan & Ugwamba, (2008)

Apports nutritionnels	Valeurs
Protéines brutes	65,7
Lipides	4,3
Cellulose brute	1,9
Cendres	10,5
Extrait non azoté	17,5
Energie métabolisable AN	2997
Sodium	0,4
Calcium	0,5
Potassium	0,6
Phosphore	0,9

jour d'âge. Ils ont été répartis aléatoirement en 2 lots (témoin et traitement) de 10 sujets placés dans des compartiments individuels séparés par du grillage. La composition du ver de terre rapportée par Sogbesan & Ugwamba, (2008) est présentée dans le Tableau II.

L'énergie apportée est exprimée en Energie Métabolisable à bilan azoté nul (EMan). Le calcul a été fait en partant de l'Energie brute de la MS du ver de terre (4701 Kcal/kg), avec un coefficient de digestibilité (CD) de 85%, d'un coefficient de métabolisabilité de l'énergie digestible (mED) de 75%,

sur la base de perte à l'entretien du quart de l'énergie brute

Ingrédients	Proportion
Maïs %	60
Tourteau d'arachide %	23
Remoulage de blé %	7,8
Tourteau de palmiste %	6
Craie alimentaire %	2,5
L-Lysine HCl %	0,4
DL-Méthionine (98%) %	0,2
Coût du Kg de cet aliment (FCFA)	435

Apports nutritionnels	Proportion
Protéines brutes %	19,0
Energie métabolisable Kcal/kg	2893
Calcium %	1,2
Phosphore %	0,5
Lysine %	0,9
Méthionine %	0,4
E/P	15,2

de la protéine sous forme d'acide urique. Les deux lots ont reçu ad libitum, les 7 premiers jours, un aliment standard pour poussins de chair, vendu sur le marché local, puis l'aliment a été rationné et différencié les jours suivants. La composition de l'aliment témoin est présentée telle qu'elle est indiquée sur l'étiquette du fabricant local (Tableau III).

Tableau IV : Besoins nutritionnels du poulet Hubbard en climat chaud (Hubbard, 2017)

Désignation	Proportion
Période (jours)	0 - 31
Energie métabolisable (Kcal/kg)	2900 - 3100
Protéines brutes (%)	21 - 23
Matières grasses totales (%)	4 - 6

Le coût de l'aliment témoin sur le marché local était de 0,66 €/kg (435 fcfa/kg). Pour les besoins de notre expérience le fabricant a élaboré un aliment spécial suivant notre formulation. La fabrication de l'aliment a été faite pour répondre, principalement aux besoins énergétiques et protéiques du poulet de chair Hubbard présentés dans le tableau IV (Hubbard, 2017).

Le lot expérimental a reçu l'aliment expérimental après le 7^{ème} jour d'élevage. La formulation de l'aliment expérimental a été réalisée avec le SOLVER d'Excel (Tableau V).

La proportion de tourteau de palmiste a été réduite de 6 à 1,2 % dans l'aliment distribué d'une part, et d'autre part, la proportion de MS de ver de terre a été apportée à raison de 3 % de la ration.

Collecte des données

Les poussins, les vers de terre et l'aliment ont été pesés

Tableau V: Composition, coût et apports nutritionnels de l'aliment expérimental

Ingrédients	Proportion
Maïs %	60
Ver de terre %	3
Tourteau d'arachide %	23
Remoulage de blé %	9,6
Tourteau de palmiste %	1,2
Craie alimentaire %	3
L-Lysine HCl %	0,1
DL-Méthionine (98%) %	2
Coût du Kg de cet aliment (FCFA)	430

Apports nutritionnels	Proportion
Protéines brutes %	20
Energie métabolisable Kcal/kg	2985
Calcium %	1,3
Phosphore %	0,3
Lysine %	0,8
Méthionine %	0,5
E/P	14,9

avec une balance digitale à $\pm 0,01$ g de précision. Les poids des animaux ont été obtenus par pesée individuelle du 1^{er} au 28^{ème} jour d'âge. La consommation individuelle d'aliment a été mesurée en faisant la différence entre les quantités servies et les restes d'aliment collectés dans les mangeoires avant d'assurer un nouveau service. Ainsi, le Gain Quotidien Moyen (GQM) a été obtenu en divisant le gain de poids sur la période d'élevage par 28 jours. L'Indice de Consommation (IC) a été calculé en faisant le rapport entre la quantité d'aliment consommée par le gain de poids obtenu sur la période d'élevage.

Analyse statistique

Après avoir vérifié la normalité des données, les données ont été analysées avec le logiciel statistique SAS suivant un modèle mixte, incluant les effets du temps (âge) du régime (témoin et expérimental) et leur interaction (régime*temps) sur les paramètres. Une structure de covariance autorégressive de type 1 a été utilisée.

Les gains de poids totaux, le GQM et l'IC sur toute la période de l'essai ont été analysés selon un modèle linéaire général incluant l'effet du régime, du temps et leur interaction.

Les différences ont été considérées comme significatives au seuil de $P < 0,05$.

Résultats et discussion

Résultats

Les paramètres de croissance

Les performances zootechniques obtenues sont présentées dans le tableau VI. Elles ont été mises en parallèle avec les normes de références pour les poulets Hubbard. Les poids des volailles du groupe expérimental ($1118 \pm 20,1$ g), à 28 jours, ont été supérieurs à ceux du groupe témoins ($1109 \pm 21,5$ g)

Tableau VI: Paramètres de croissance des poulets recevant un aliment standard ou un aliment contenant 3% de MS d'*E. eugeniae*

	Contrôle	Traitement
Poids initiale (g)	$32 \pm 3,04^a$	$33 \pm 3,1^a$
Poids finale (g)	$1109 \pm 21,5^a$	$1118 \pm 20,1^a$
GQM (g)	$40 \pm 7,6^a$	$40 \pm 7,7^a$
Consommation cumulée d'aliment (g)	$1854 \pm 0,9^b$	$1822 \pm 0,5^a$
Indice de consommation	$1,72 \pm 0,8^a$	$1,68 \pm 0,6^a$
Energie métabolisable (Kcal/kg)	2893	2981,4
Protéines brutes (%)	19,08	20,9
Indice de conversion énergétique ⁽¹⁾	4,9	4,7
Indice de conversion protéique ⁽²⁾	0,3	0,3

⁽¹⁾Efficacité énergétique = EM ingérée (kcal/j) / GMQ (g/j) ; ⁽²⁾Efficacité protéique = Protéine ingérée (g/j) / GMQ (g/j) (N'Guessan et al., 1989)

mais ils n'ont pas été significativement différents ($P > 0,05$).

La même tendance a été observée avec l'indice de consommation et le GQM qui n'ont montré aucune différence significative entre les deux lots de poulets ($P > 0,05$). Au 28^{ème} jour d'âge, la consommation cumulée d'aliment pour le groupe de contrôle ($1854 \pm 0,9$ g) a été significativement supérieur ($P < 0,05$) à celle du groupe expérimental ($1822 \pm 0,5$ g).

Les paramètres économiques

Les différents éléments de calcul du coût de production des vers de terre sur 2 mois sont présentés dans le Tableau VII. La culture n'étant qu'au stade embryonnaire au Gabon, le prix de vente utilisé est celui appliqué au Sud Vietnam (Francis et al., 2005), afin d'estimer ce que la vente des vers de terre pourrait générer financièrement. Toutefois, une simulation basée sur un prix de vente théorique du kg de poissons (3500 fcfa soit 5,3 €) au Gabon a été faite. Elle permet, pour mémoire, d'avoir une estimation du revenu si le kg de ver de terre était inférieur à celui du poisson, soit 3000 fcfa / kg de ver de terre (4,6 € / kg de ver de terre).

Avec le dispositif expérimental, il était possible de quasiment doubler le poids des vers en 2 mois d'élevage; tandis que les charges liées à la production restent stables et se composent seulement du coût de la main d'œuvre nécessaire pour le suivi de la vermiculture. Ainsi une estimation de la production

Tableau VII: Évaluation économique du modèle de lombriculture pratiqué, au Gabon

Matières premières				
	Quantité (kg/an)	Prix (Fcfa/kg)	Coût total (Fcfa/an)	Coût total (Euro/an)
Bouse de vaches	18	0	0	0
Fibres de noix de coco	0,3	0	0	0
Terreau	10	120	1 200	2
Scieure de bois	1,8	0	0	0
Total			1200	1,8
Main d'oeuvre				
Temps de travail en heure	Heure sur l'année	Prix (Fcfa/heure)	Coût total (Fcfa/an)	Coût total (Euro/an)
	55	325	17 875	27,3
Production des vers de terre				
Coût de production	Quantité (kg/an)	Coût de revient (Fcfa/kg)	Coût de revient (Euro/kg)	
	49,1	938	1,4	
Chiffre d'affaires	Quantité (kg/an)	Prix de vente (Fcfa/kg)*	Recette totale (Fcfa/an)	Recette totale (Euro/an)
	49,1	78 700	3 864 170	5 890,9
Revenu généré			Revenu (Fcfa/an)	Revenu (Euro/an)
			3 821 243	5 825,4

Légende : *: Le prix affiché est celui utilisé au Sud Vietnam (Francis et al., 2005).

annuelle de vers de terre a été présentée dans le tableau VII. Annuellement, le dispositif montre qu'il est possible de produire jusqu'à 49,1 kg de vers de terre pour un prix de revient de 1,4 € (938 fcfa). Le coût de la main d'œuvre représentait 38% du coût de production alors que les matières

premières et la structure de lombriculture ne représentaient, respectivement que 2 et 55% des charges. Ces résultats,

Tableau VIII : Economie d'aliment réalisée avec l'introduction du ver de terre *E. eugeniae* dans l'alimentation des poulets au Gabon

	Lot témoin (sans ver de terre)	Lot expérimental (avec ver de terre)	Economie réalisée
Consommation d'aliment (g) pour 10 poulets en 28 jours	1 854	1 822	32
Prix de l'aliment (fcfa/kg)	435	430	
Coût de l'aliment	806 fcfa (1,22 eur)	783 fcfa (1,19 eur)	23 fcfa (0,03 eur)
Economie d'aliment réalisée sur 1500 poulets			
Economie réalisée sur 28 jours d'élevage		4 800 g	
Economie réalisée sur 1 an d'élevage		62 571 g	
Coût annuel de l'aliment économisé		26 905 fcfa (41,01 eur)	

montrent aussi que le revenu généré n'est pas négligeable suivant le prix de vente. Il est de 154 € et peut fortement augmenter suivant le prix appliqué. Les détails de tous les calculs sont donnés en annexe de ce document.

Sur la période des 28 jours, une économie d'aliment a pu être réalisée avec les 10 sujets du lot expérimental. Le coût de l'aliment qui serait économisé sur une année avec une bande de 1500 volailles sur la phase de démarrage est présenté dans le Tableau VIII. En général au Gabon, la taille moyenne d'une bande de poulets en élevage est de 1500 sujets et la distribution de l'aliment démarrage a eu lieu pendant 28 jours.

Discussion

La production de vers de terre pour l'alimentation des volailles est dans sa phase embryonnaire au Gabon et cet expérience est pionnière dans ce domaine, il est donc difficile de tirer des conclusions définitives sur les résultats obtenus ici. Les paramètres de croissance présentés dans le tableau VI ont montré que le poids des volailles du lot expérimental était similaire à celui du groupe de control. La différence entre les poids finaux étant de 9 g ($P > 0,05$). Ceci suggère que le régime n'a pas influencé significativement la croissance des animaux. Ce résultat est similaire à celui obtenu par Agbédé et al., (1994) avec la même souche de poulet Hubbard. Il faut noter que l'apport énergétique et protéique de l'aliment expérimental était légèrement supérieur à celui de l'aliment témoin. D'autres travaux avec un nombre plus important de volailles devraient permettre de mieux affiner les chiffres. Le ver de terre pourrait influencer le développement musculaire des poulets grâce à son taux très élevé (60%) de protéines (Reinecke et al., 1992; Sogbesan & Ugwumba, 2008). L'apport du ver de terre augmente le taux théorique de méthionine qui passe de 0,43% à 0,48% alors que celui de la lysine baisse de 0,99 à 0,87%. Ces résultats sont similaires à ceux rapportés par Morón-Fuenmayor et al., (2008) qui avaient observé une influence du lombric sur le dépôt de la masse musculaire chez le poulet. L'absence d'effet statistiquement significatif pourrait s'expliquer par le faible taux d'incorporation du

lombric dans la ration de la volaille. Agbédé et al. (1994), suggéraient des taux d'incorporation compris entre 6 et 14% pour espérer un effet significatif sur la croissance du poulet.

Les gains de poids observés dans les deux lots n'ont pas été significativement différents ($P > 0,05$) car le même GQM (40 g) a été observé dans les deux groupes de volailles. Les aliments ont eu le même effet sur la croissance quotidienne des animaux malgré l'apport de ver de terre. La même tendance a été observée par Agbédé et al. (1994), mais la différence fut plus marquée dans les résultats obtenus par Morón-Fuenmayor et al. (2008) avec un taux d'incorporation des vers de terre supérieur à celui utilisé par Agbédé et al. (1994), sachant que l'augmentation du taux d'incorporation influence positivement le gain de poids (Chiripasi et al., 2013). Ce résultat laisse penser que la légère supériorité numérique du poids du lot expérimental à 28 jours pourrait être un effet liée à la génétique individuelle des sujets et non à un effet lié à l'aliment.

Les consommations cumulées d'aliment entre les deux groupes ont montré une différence significative ($P > 0,05$). Le groupe expérimental a consommé moins d'aliment ($1822 \pm 0,5$ g) que le groupe témoin ($1854 \pm 0,9$). Bien que les IC des deux groupes ne soit pas significativement différents, on observe que l'IC du groupe expérimental est inférieur à celui du groupe témoin. Ce qui suggèrerait une meilleure efficacité alimentaire pour l'aliment avec le ver de terre. Ce qui expliquerait que malgré le fait d'avoir consommé moins d'aliment le groupe expérimental ait le poids vif le plus élevé. Ces données montrent que la consommation a été régulière durant la période d'élevage et que le ver de terre ne modifie ni l'appétit ni l'appetabilité de l'aliment. Moreki et al. (2012) ont relevé la grande palatabilité du lombric pour le poulet. D'autres études ont rapporté l'acceptabilité des aliments non conventionnels par les poussins chair et des poulets de races traditionnelles (Prayogi, 2011).

En se basant sur les valeurs numériques des indices obtenus, l'utilisation des vers de terre comme substitut protéique permet une bonne efficacité alimentaire.

Il faut remarquer que les résultats obtenus pour les paramètres de croissance, restent inférieurs aux chiffres de références données pour les volailles de souche Hubbard (Tossou et al., 2014; Hubbard, 2017). Ces différences pourraient être dues à la qualité du poussin au départ de l'élevage. Les poussins utilisés, bien qu'étant de souche Hubbard, étaient produits localement par un élevage de parentaux et leur poids le 1^{er} jour variait entre 30 et 35 g alors que la référence Hubbard renseigne un poids compris entre 40 et 42 g le 1^{er} jour (Hubbard, 2017). Les écarts pourraient aussi s'expliquer par la valeur énergétique et protéique, relativement faible de l'aliment, alors que la référence donnée par Hubbard (2017), pour les poulets en climat chaud, est de 2900 à 3050 Kcal/kg pour l'énergie métabolisable et 20 à 22 % de protéines brutes. Ces données confortent l'idée de continuer les investigations pour améliorer le protocole expérimentale et la qualité de l'aliment.

Le lot témoin a consommé une quantité cumulée d'aliment de 1854 g par animal contre 1822 g pour le groupe expérimental, sur la période d'élevage, soit respectivement une valeur totale de 1,22 € (806 fcfa) et 1,25€ (821 fcfa). L'économie réalisée a été de 0,04 € (32 fcfa). Bien que ce chiffre soit faible, il permet de supposer que sur une période d'élevage plus longue avec un nombre plus important de volailles, l'économie réalisée pourrait

devenir significative pour le producteur des poulets. Sur la phase de démarrage, le passage de 10 à 1500 sujets, permettrait d'augmenter significativement l'économie d'aliment. Ce résultat montre également que l'éleveur peut produire lui-même la protéine et s'affranchir en partie du soja ou du poisson comme source de protéine dans l'alimentation des poulets.

Les données relatives au dispositif expérimental utilisé montrent qu'à surface égale, la quantité de vers de terre produite est similaire à celle obtenue par Francis et al. (2005) pour 1 m² de surface de lombriculture. Les légères différences que l'on peut observer avec les chiffres obtenus dans notre étude et ceux obtenus par Francis et al. (2005) et Rajendran et al. (2008) seraient la résultante de l'espèce de ver de terre utilisée pour cette production. Au Sud Vietnam, *Perionyx excavatus* a été utilisé. Selon Dominguez et al. (2011) *P. excavatus* est plus prolifique qu'*E. eugeniae*. De plus, son cycle est plus court (50 contre 70 jours pour *E. eugeniae*) et son taux de viabilité est plus élevé (90 % contre 84 % pour *E. eugeniae*). Avec le dispositif utilisé la production annuelle peut atteindre 49,1 kg / m² soit environ 4 kg par mois et 130 g par jour; sachant qu'en élevage, à plus de 25°C, *E. eugeniae* peut doubler sa biomasse chaque mois (Dominguez et al., 2011). Cette quantité devrait permettre d'assurer la nutrition protéique de 6 poulets en 30 jours d'élevage à raison de 20 g de vers de terre/poulet/jour (Francis et al., 2003), soit 5 g de matière sèche. Avec un dispositif d'un m³ de lombricompostière, cela permettrait la nutrition protéique journalière de 14 poulets.

La lombriculture est encore embryonnaire au Gabon, donc il n'existe pas de prix de vente du kg des vers de terre. Pour les besoins de l'étude nous avons utilisé le prix de vente rapporté par Francis et al. (2005) pour estimer le chiffre d'affaires annuel sur 1 m² de lombricompostière, il est de 5891 €/an (3864 170 fcfa/an) pour un prix de revient 1,4 €/an/kg de vers de terre (938 fcfa/an/kg de vers de terre). Le résultat net annuel est de 485 €/an (318467 fcfa/an). Cette différence entre le faible coût de revient et le chiffre d'affaires s'explique par la gratuité des principaux ingrédients. L'investissement le plus onéreux (55% des charges) est représenté par les bacs plastiques qui s'amortissent en 1 an. Le revenu annuel généré de 5825 € (3821170 fcfa) correspond au double du revenu annuel d'un employé payé au SMIG au Gabon. Ces calculs ne prennent pas en compte le temps de ramassage des différents ingrédients, qui sont obtenus gratuitement. Cette durée de ramassage n'excède pas 0,13 UMO par jour pour toutes les matières premières et les quantités collectées ne sont pas limitées. La lombriculture revêt un caractère écologique par le fait qu'il contribue à réduire les quantités de fibres de coco, de sciure de bois et même de bouse de vaches laissées à l'abandon dans l'environnement. Le fait que la lombriculture participe à l'amélioration de l'environnement avait déjà été rapporté par Temgoua et al. (2014) pour la gestion des déchets dans les villes africaines. Ces chiffres économiques sont à relativiser dans l'attente d'un prix de vente du kg de vers de terre au Gabon.

Conclusion et perspectives

Cette étude préliminaire se proposait de montrer l'intérêt de l'utilisation du ver de terre *E. eugeniae* pour la production avicole au Gabon. Au stade actuel des recherches sur ce sujet au Gabon, il est, pour le moment, difficile d'adopter une position définitive sur la question. Toutefois, au regard des résultats obtenus, il ressort que le pays présente de réels potentiels pour

le développement de la lombriculture grâce à son climat, la disponibilité de la matière première et le coût, relativement bas, de mise en œuvre de la structure. L'utilisation d'*E. eugeniae* comme source de protéines présente des avantages zootechniques et économiques pour l'aviculture au Gabon avec un potentiel de développement qui reste à exploiter. Ces résultats rejoignent les observations relevées déjà par d'autres auteurs sur le fait que les vers de terre sont très nutritifs et peuvent avoir des effets positifs quand on les incorpore dans la ration alimentaire animale. Mais il faut prendre en compte les risques de contamination liés à l'utilisation des vers de terre dans l'alimentation des volailles. La durée de l'élevage, le taux d'incorporation et la qualité nutritionnelle de l'aliment pourraient être des limites à cette étude. Des recherches plus approfondies basées sur l'augmentation de la durée d'élevage et intégrant un taux d'incorporation compris entre 6 et 14% devraient ouvrir de nouvelles perspectives pour l'utilisation d'*E. eugeniae* dans la nutrition avicole.

Remerciements

Nos remerciements vont au Dr Y. Bgafou, à Mme A. C. Ngo Ongla et à Mme F. B. Tofic Daher pour leur participation à la réalisation de cette étude.

Références

- Abd Rahman Jabir M.D., Razak S.A. & Vikineswary S., 2012. Nutritive potential and utilization of super worm (*Zophobas morio*) meal in the diet of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) juvenile. *African J. Biotechnol.* **11**(24), 6592–6598.
- Adorada J.L., 2007. Assessment of Vermicomposting as a Waste Management Technology and a Livelihood Alternative in the Philippines. *J. Environ. Sci. Manag.* **10**(2), 28–39.
- Agbedé G., Nguékam & Mpoame M., 1994. Essai d'utilisation de la farine de vers de terre *Eudrilus eugeniae* dans l'alimentation des poulets de chair en finition. *Tropicicultura* **12**(1), 3–5.
- Byambas P., Lemtiri A., Hornick J.L., Ndong T.B. & Francis F., 2017. Rôles et caractéristiques morphologiques du ver de terre *Eudrilus eugeniae* (synthèse bibliographique). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* **21**(2), 1–11.
- Chiripasi S.C., Moreki J.C., Nsoso S.J. & Letso M., 2013. Effect of feeding mopane worm meal on mineral intake, retention and utilization in guinea fowl under intensive system. *Int. J. Poult. Sci.* **12**(1), 19–28.
- Coulibaly S.S., Kouassi K.I., Tondoh E.J. & Zoro B.I.A., 2014. Influence of the population size of the earthworm *Eudrilus eugeniae* on the heavy metal content reduction during vermicomposting of animal wastes. *Appl. Sci. Reports* **3**(2).
- Coulibaly S.S. & Zoro Bi I.A., 2010. Influence of animal wastes on growth and reproduction of the African earthworm species *Eudrilus eugeniae* (*Oligochaeta*). *Eur. J. Soil Biol.* **46**(3–4), 225–229.
- de Lino Vieira M., Soares Ferreira A. & Lopes Donzelle J., 2004. Digestibilidade da farinha de minhoca para suínos. *Bol. Indústria Anim.* **61**(1), 83–89.
- Delaby L., Dourmad J.-Y., Béline F., Lescoat P., Faverdin P., Fiorelli J.-L., Vertès F., Veysset P., Morvan T., Parnaudeau V., Durand P., Rochette P. & Peyraud J.-L., 2014. Origin, quantities and fate of nitrogen flows associated with animal production. *Adv. Anim. Biosci.* **5**(s1), 28–48.
- Dominguez J. & Edwards C. a, 2011. Biology and Ecology

- of Earthworm Species Used for Vermicomposting. © 2011 by Taylor Fr. Group, LLC 30–31.
- Dominguez J., Edwards C.A. & Dominguez J., 2001. The biology and population dynamics of *Eudrilus eugeniae* (Kinberg) (Oligochaeta) in cattle waste solids. *Pedobiologia (Jena)*. **45**(4), 341–353.
- Emane Mba S. & Edou-Minko A., 2003. Etude des propriétés physiques des sols de savane du plateau manganésifère Okouma (Gabon) en zone équatoriale. *Sci. Médecine* **02**, 25–43.
- FAOSTAT, 2017. Imports : produits par pays. *FAO*. <http://www.fao.org/faostat/fr/#data>, (02/07/2018).
- Francis F., Haubruge E., Thang P.T., Kinh L. V., Lebailly P. & Gaspar C., 2003. Technique de Lombriculture au Sud Vietnam. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* **7**(3–4), 171–175.
- Francis F., Thang P.T., Lebailly P., Gaspar C. & Haubruge E., 2005. Perspectives de développement de la lombriculture au Sud Vietnam. *Notes fauniques de Gembloux* **58**(1), 7–10.
- Hubbard C., 2017. Guide d'élevage du poulet de chair Hubbard 2 10.
- James S.W. & Divina G.B., 2012. Earthworms (Clitellata: Acanthodrilidae, Almididae, Eudrilidae, Glossoscolecidae, Ocerodrilidae) of the coastal region of Gamba, Ogooué-Maritime Province, southwestern Gabon. *Zootaxa* **3458**(1), 133–18.
- Kinberg J.G.H., 1867. *Annulata nova. Öfversigt af Konglich Vetenskapsakademiens förhandlingar*, Stockholm **23** (9):337-357
- Kumar M., Chand R. & Shah K., 2018. *Mycotoxins and pesticides: Toxicity and applications in food and feed*, Microbial Biotechnology, 207-252.
- Lemtiri A., Liénard A., Alabi T., Brostaux Y., Cluzeau D., Francis F. & Colinet G., 2016. Earthworms *Eisenia fetida* affect the uptake of heavy metals by plants *Vicia faba* and *Zea mays* in metal-contaminated soils. *Appl. Soil Ecol.* **104**, 67–78.
- Meka M'Allogho F., 2013. Analyse comparative entre superficies officielles et SIG des permis forestiers: Cas des Petits Permis Forestiers Gabonais. [https://www.memoireonline.com/12/08/1758/m_Analyse comparative entre superficies officielles et SIG des permis forestiers-Cas-des-Petits-Permis2.html](https://www.memoireonline.com/12/08/1758/m_Analyse_comparative_entre_superficies_officielles_et_SIG_des_permis_forestiers-Cas-des-Petits-Permis2.html), (03/07/2018).
- Moreki J. & Tiroesele B., 2012. Termites and Earthworms As Potential Alternative Sources of Protein for Poultry. *Int. J. Agro Vet. Med. Sci.* **6**(5), 368.
- Morin E., 2004. *Le Lombricompostage : Guide Pratique*, Eco-quartier, Montreal, 20.
- Morón-Fuenmayor O.E., Diaz D., Pietrosevoli S., Barrera R., Gallardo N., Peña J. & Leal M., 2008. Efecto de la inclusión de harina de lombriz sobre el rendimiento en canal, en cortes y calidad físico-química de la carne de codorniz (*Coturnix coturnix japonica*) TT - Effect of earthworm (*Eisenia* spp) meal inclusion on dressing and physical-chemical cha. *Rev. la Fac. Agron.* **25**(4), 674–684.
- Moula N., Scippo M.L., Douny C., Degand G., Dawans E., Cabaraux J.F., Hornick J.L., Medigo R.C., Leroy P., Francis F. & Dettleux J., 2018. Performances of local poultry breed fed black soldier fly larvae reared on horse manure. *Anim. Nutr.* **4**(1), 73–78.
- Prayogi H.S., 2011. The Effect of Earthworm Meal Supplementation in the Diet on Quail's Growth Performance in Attempt to Replace the Usage of Fish Meal. *Int. J. Poult. Sci.* **10**(10), 804–806.
- Rajendran P., Jayakumar E., Kandula S. & Gunasekaran P., 2008. Vermiculture and Vermicomposting Biotechnology for Organic Farming and Rural Economic Development. <https://www.eco-web.com/edi/080211.html>, (05/10/2018).
- Rawling M.D., Merrifield D.L., Snellgrove D.L., Kühlwein H., Adams A. & Davies S.J., 2012. Haemato-immunological and growth response of mirror carp (*Cyprinus carpio*) fed a tropical earthworm meal in experimental diets. *Fish Shellfish Immunol.* **32**(6), 1002–1007.
- Reinecke A.J., Viljoen S.A. & Saayman R.J., 1992. The suitability of *Eudrilus eugeniae*, *Perionyx excavatus* and *Eisenia fetida* (Oligochaeta) for vermicomposting in southern africa in terms of their temperature requirements. *Soil Biol. Biochem.* **24**(12), 1295–1307.
- Remond D., 2016. Protéines animales – protéines végétales : Quel équilibre pour une alimentation saine et durable ? *In: Journées Nationales Des GTV*. Nantes, France, 1–13.
- Sivasankari B., Indumathi S. & Anandharaj M., 2013. A Study on life cycle of Earth worm *Eudrilus eugeniae*. *Int. J. Res. Pharm. Life Sci.* **1**(2), 64–67.
- Sogbesan A.O. & Ugwumba A.A.A., 2008. Nutritional values of some non-conventional animal protein feedstuffs used as fishmeal supplement in aquaculture practices in Nigeria. *Turkish J. Fish. Aquat. Sci.* **164**(1), 159–164.
- Sogbesan O.A. & Madu C.T., 2008. Evaluation of Earthworm (*Hyperiodrilus euryaulos*, Clausen, 1914; Oligochaeta: Eudrilidae) Meal as Protein Feedstuff in Diets for *Heterobranchus longifilis* Valenciennes, 1840 (Teleostei, Clariidae) Fingerlings Under Laboratory Condition. *Res. J. Environ. Sci.* **2**(1), 23–31.
- Sogbesan O.A., Ugwumba A.A.A. & Madu C.T., 2007. Productivity potentials and nutritional values of semi-arid zone earthworm (*Hyperiodrilus euryaulos*; Clausen, 1967) cultured in organic wastes as fish meal supplement. *Pakistan J. Biol. Sci.*
- Sonaiya E.B. & Swan S.E.J., 2004. *Production en Aviculture familiale - un manuel technique*. FAO ed., FAO, Rome, 1-140.
- Tahir T.A. & Hamid F.S., 2012. Vermicomposting of two types of coconut wastes employing *Eudrilus eugeniae*: a comparative study. *Int. J. Recycl. Org. Waste Agric.* **1**(1), 7.
- Temgoua E., Ngnikam E., Dameni H. & Kouedeu-Kameni G.S., 2014. Valorisation des ordures ménagères par compostage dans la ville de Dschang, Cameroun. *Tropicultura* **32**(1), 28–36.
- Tossou M., Houdonougbo M., Abiola F. & Chrysostome C.A.A.M., 2014. Comparaison des performances de production et de la qualité organoleptique de la viande de trois souches de poulets de chair (Hubbard, Cobb et Ross) élevées au Bénin. *Rev. du cames* **02**(1), 30–35.
- Yadav A. & Garg V.K., 2011. Recycling of organic wastes by employing *Eisenia fetida*. *Bioresour. Technol.* **102**(3), 2874–2880.
- Zirbes L., Renard Q., Dufey J., Tu P.K., Duyet H.N., Lebailly P., Francis F. & Tech G.A., 2011. Valorisation of a water hyacinth in vermicomposting using an epigeic earthworm *Perionyx excavatus* in Central Vietnam. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* **15**(1), 85–93.