

Ingestion et digestibilité *in vivo* du *Panicum maximum* associé à trois compléments: tourteau de *Jatropha curcas*, tourteau de coton (*Gossypium hirsutum*) et *Euphorbia heterophylla* chez le cobaye (*Cavia porcellus* L.)

N^oG.DV. Kouakou^{1*}, E. Thys², E.N. Assidjo³ & J.-F. Grongnet⁴

Keywords: Digestibility- *Cavia porcellus*- *Panicum maximum*- *Euphorbia heterophylla*- cottonseed meal- *Jatropha curcas* cake- Ivory Coast

Résumé

Dans le but de valoriser une plante adventice *Euphorbia heterophylla* dans l'alimentation du cobaye, l'étude comparative de l'ingestion et de la digestibilité *in vivo* de quatre traitements, *Panicum maximum* (Pan), *Panicum maximum* et tourteau de *Gossypium hirsutum* (Pancoton), *Panicum maximum* et *Euphorbia heterophylla* (Paneuph) et *Panicum maximum* et tourteau de *Jatropha curcas* (Panjatro) chez ces animaux, a été menée à Yamoussoukro (Côte d'Ivoire). Les valeurs moyennes de l'ingestion (g MS/j) ont été $64,8 \pm 12,5$; $74,3 \pm 12,9$; $73,7 \pm 17,8$ et $69,1 \pm 12,3$ respectivement pour Pan, Pancoton, Paneuph et Panjatro. Pancoton et Paneuph ont été significativement mieux ingérés que Pan et Panjatro. *Euphorbia heterophylla* a été significativement mieux ingérée que les deux autres compléments ($P < 0,05$) induisant avec *Panicum maximum* une croissance journalière de $3,1 \pm 0,6$ g/j. Le taux de substitution de *Panicum maximum* par *Euphorbia heterophylla* était proche de un (1). Les coefficients d'utilisation digestive apparente de la matière sèche ($68,0 \pm 10,5\%$) et de la matière organique ($84,1 \pm 5,2\%$) de Paneuph ont été significativement plus élevés que ceux des trois autres traitements ($P < 0,05$). Compte tenu de la qualité nutritionnelle de *Euphorbia heterophylla* chez le cobaye, son association avec *Panicum maximum* pourrait être vulgarisée partout où elle est abondante.

Summary

The Intake and the *in vivo* Digestibility of *Panicum maximum* Associated with Three Supplements: *Jatropha curcas* Cake, *Gossypium hirsutum* Cake and *Euphorbia heterophylla* (*Euph*) in Guinea Pigs (*Cavia porcellus* L.)

The intake and the *in vivo* digestibility of *Panicum maximum* associated with three supplements: *Jatropha curcas* cake, *Gossypium hirsutum* cake and *Euphorbia heterophylla* (*Euph*) in guinea pigs (*Cavia porcellus* L.) pigs, its association with *Panicum maximum* could be popularized wherever its abundance has been reported. In order used weed *Euphorbia heterophylla* in guinea pigs diet, comparative study of the intake and the *in vivo* digestibility of four treatments, *Panicum maximum* (Pan), *Panicum maximum* and *Gossypium hirsutum* cake (Pancoton), *Panicum maximum* and *Euphorbia heterophylla* (Paneuph) and *Panicum maximum* and *Jatropha curcas* cake (Panjatro), in male guinea pigs were conducted in Yamoussoukro (Ivory Coast). The means of the intake (g DM/d) were 64.8 ± 12.5 ; 74.3 ± 12.9 ; 73.7 ± 17.8 and 69.1 ± 12.3 respectively for Pan, Pancoton, Paneuph and Panjatro. Pancoton and Paneuph were significantly better ingested than Pan and Panjatro. *Euphorbia heterophylla* was significantly better ingested than the other two supplements ($P < 0.05$) and the mean daily weight gain with its association with *Panicum maximum* of 3.1 ± 0.6 g/d. The rate of substitution of *Panicum maximum* by *Euphorbia heterophylla* was nearly to one (1). The apparent digestibility coefficients (ADC) for dry ($68.0 \pm 10.5\%$) and organic matter ($84.1 \pm 5.2\%$) of Paneuph were significantly higher ($P < 0.05$) than the ADC's for the other three treatments. Given the nutritional value of *Euphorbia heterophylla* in guinea pigs, its association with *Panicum maximum* could be popularized wherever its abundance has been reported.

¹Département de Formation et de Recherche Agriculture et Ressources animales, Institut National Polytechnique Félix Houphouët Boigny, B.P. 1313, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire. Tél: +225 08 39 33 63; Fax: +225 30 64 04 06 Cel: +225 02 03 35 81; Dom: +225 30 64 51 20 Kwayki@yahoo.fr

²Département de Santé Animale, Institut de Médecine Tropicale, 155, Nationalestraat, B-2000 Antwerpen, Belgium.

³Département de Formation et de Recherche Génie chimique Agro-alimentaire, Institut National Polytechnique Félix Houphouët Boigny, B.P. 1313, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire.

⁴UMR SENAH, INRA-Agrocampus-ouest, 65, rue de Saint-Brieuc, 35042 Rennes cedex, France.

Reçu le 08.03.10 et accepté pour publication le 03.08.10.

1. Introduction

Depuis l'avènement en 1999 de la crise socio politique en Côte d'Ivoire, l'indice de pauvreté de la population n'a cessé de croître (12). Il est passé de 36,6% en 1995 à 49% en 2009. Afin d'apporter une solution aux populations de zones de post-conflits, l'Organisation des Nations Unies recommande fortement les élevages à cycle court, dont la caviaculture (10). Au Cameroun et en République Démocratique du Congo (RDC), l'élevage de cobaye est intégré dans les systèmes d'exploitation agricole et fait partie des habitudes alimentaires. En revanche bien que présent en Côte d'Ivoire (1), cet élevage est informel, marginalisé et laissé aux mains des enfants principalement (8).

Pour mieux caractériser cet élevage dans son contexte local, une étude a été entreprise par le Laboratoire de Zootechnie du Département Agriculture et Ressources Animales de l'Institut National Polytechnique Félix Houphouët Boigny (INP-HB) à Yamoussoukro. Au niveau de l'alimentation de ces animaux, il ressort qu'*Euphorbia heterophylla*, une mauvaise herbe envahissante des plantations vivrières et cotonnières, est une plante largement distribuées à l'état frais aux cobayes par les éleveurs en complément du fourrage. Cette espèce adventice originaire d'Amérique tropicale et subtropicale, a été introduite en Afrique comme plante ornementale. En Côte d'Ivoire, elle est considérée comme mauvaise herbe majeure car infestant plus de 70% des parcelles culturales de la région cotonnière (7). L'étude de la digestibilité *in vitro* menée par Bindelle *et al.* (2) indique que cette plante pourrait être suggérée en complément au *Panicum maximum* dans l'alimentation des cobayes. Cependant, cette étude ne nous renseigne pas sur la digestibilité de ce régime mixte. Par ailleurs, compte tenu du coût élevé des tourteaux, compléments protéiques couramment utilisés en alimentation animale en Côte d'Ivoire, il apparaît que l'utilisation de cette plante pourrait réduire le coût de production des cobayes sans nuire à leur croissance. L'objectif de cet essai est donc de comparer l'ingestion et la digestibilité *in vivo* de régimes à base de *Panicum maximum* associé ou non à un des trois compléments, *Euphorbia heterophylla*, tourteau de *Gossypium hirsutum* et tourteau de *Jatropha curcas*. Ceci permettrait aussi de

préciser l'apport nutritionnel de cette plante adventice chez les cobayes en croissance.

2. Matériel et méthodes

1.1. Situation du site expérimental

L'étude a été conduite à la ferme expérimentale du Département Agriculture et Ressources Animales de l'Institut National Polytechnique Félix Houphouët Boigny (INP-HB) (6,5°N; 5,2°O). La température et l'humidité relative durant l'essai ont varié respectivement de 20 à 30 °C et de 80 et 85%. La pluviométrie moyenne mensuelle est de 1100 mm.

1.2. Dispositif expérimental et conduite de l'essai

Vingt-quatre cobayes mâles de l'espèce *Cavia porcellus*, nés à la ferme expérimentale ont été répartis de façon aléatoire dans des loges individuelles grillagées de 10,6 dm³ (76 cm x 46,5 cm x 30 cm). D'un poids moyen de 474,1 ± 61,6 g; ils étaient âgés de trois mois. Les aliments expérimentaux étaient: *Panicum maximum* (Pan), *Euphorbia heterophylla* (Euph), le tourteau de *Gossypium hirsutum* (Coton) et le tourteau de *Jatropha curcas* (Jatro) détoxifié après fermentation avec la papaine des papayes vertes. Les aliments *Panicum maximum* et *Euphorbia heterophylla* ont été récoltés dans le périmètre de l'INP-HB et distribués aux cobayes à l'état frais. Le tourteau de coton a été acheté chez un revendeur de sous-produits agricoles de la ville de Yamoussoukro alors que le tourteau de *Jatropha* a été élaboré à l'INP-HB. Ces aliments ont permis de constituer quatre traitements expérimentaux: *Panicum maximum* (Pan), *Panicum maximum* et tourteau de *Gossypium hirsutum* (Pancoton), *Panicum maximum* et *Euphorbia heterophylla* (Paneuph) et *Panicum maximum* et tourteau de *Jatropha curcas* (Panjatro). Ces traitements ont été répétés sur six cobayes. Leur distribution a duré dix-sept jours scindés en deux périodes. Une période d'adaptation à la cage de digestibilité et à l'alimentation de dix jours durant laquelle les aliments distribués et les refus d'aliments ont été collectés et pesés régulièrement avant chaque

Tableau 1
Composition chimique (% MS) des aliments expérimentaux utilisés dans l'expérience

Composition chimique (% MS)	Aliments expérimentaux			
	<i>Panicum maximum</i>	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Tourteau de coton	Tourteau de <i>Jatropha curcas</i>
MS*	34,6 ± 5,7	20,1 ± 0,2	85,7 ± 0,1	87,7 ± 0,2
MM	9,3 ± 2,1	9,5 ± 0,1	6,1 ± 0,2	9,1 ± 0,3
Fibres	32,1 ± 1,5	22,4 ± 0,3	15,9 ± 0,5	35,2 ± 0,8
MAT	10,2 ± 1,0	16,5 ± 1,2	19,6 ± 0,0	12,8 ± 1,6
MO	90,7 ± 2,0	91,5 ± 0,1	94,0 ± 0,2	90,9 ± 0,3

MS= matière sèche, MS*= matière sèche en % de la matière fraîche, MM= matière minérale, MAT= matières azotées totales, MO= matière organique.

nouvelle distribution. Cette période a été suivie par une seconde période dite « de digestibilité » de sept jours au cours de laquelle s'est ajoutée la pesée des fèces tombées sur les toiles moustiquaires des cages. L'eau a été renouvelée tous les jours. Par ailleurs, le nettoyage des cages et du bâtiment d'élevage a été quotidien. Les animaux ont régulièrement reçu de la vitamine C à partir de morceaux d'oranges introduits dans leurs cages. En début d'essai et à la fin de chaque période, les cobayes ont été pesés à jeun. Au cours de l'essai, des échantillons des aliments expérimentaux et des fèces ont été prélevés pour détermination de leur composition chimique (matières sèches, protéines brutes, fibres brutes et cendres brutes) telle que recommandé par l'A.O.A.C. (Tableau 1). A la fin de l'étude, les valeurs moyennes par traitement du gain moyen quotidien, de l'ingestion alimentaire et des coefficients d'utilisation digestif apparents des nutriments ont été déterminées.

Le coefficient d'utilisation digestif apparent de la matière sèche a été déterminé à partir de la formule:

$$\text{CUDa (MS)} = \left[\frac{\text{Ing(MS)} - \text{MSF}}{\text{Ing(MS)}} \right] \times 100$$

Avec:

Ing (ingéré alimentaire), MSF (matière sèche fécale)

Les valeurs moyennes par traitement de ces paramètres ont été soumises à l'analyse de variance à un facteur. La comparaison multiple des moyennes a été effectuée grâce au test de Student-Neumann-Keuls au seuil de signification de 5% à l'aide du logiciel STATISTICA 7.1.

3. Résultats

La composition chimique des aliments expérimentaux est présentée dans le tableau 1. Les valeurs moyennes de l'ingestion journalière de la matière sèche en g MS/j durant la période dite «de digestibilité» ont été $64,8 \pm 12,5$, $74,3 \pm 12,9$, $73,7 \pm 17,8$ et $69,1 \pm 12,3$ respectivement pour Pan, Pancoton, Paneuph et Panjatro (Tableau 2). Aucune différence significative entre les quatre traitements expérimentaux n'a été observée.

Toutefois, le niveau d'ingestion du *Panicum maximum* différait significativement selon le type de complément. En effet, les animaux soumis au Paneuph ont ingéré significativement moins de *Panicum maximum* ($45,7 \pm 16,3$ g MS/j) que les deux autres traitements ($P < 0,05$). Cette différence semblait être compensée par *Euphorbia heterophylla* dont la consommation ($28,0 \pm 5,4$ g MS/j) a été significativement supérieure à celles des autres compléments.

Aussi, le rapport de l'ingestion journalière de la matière sèche des aliments expérimentaux (g MS/j) *Panicum maximum*/complément était environ 2/1, 11/1 et 62/1 pour *Panicum maximum*/tourteau de coton et *Panicum maximum*/tourteau de *Jatropha* respectivement.

Tableau 2
Paramètre zooteknique d'ingestion journalière de la matière sèche et de la croissance journalière

Ingestion	Traitements expérimentaux			
	Pan	Pancoton	Paneuph	Panjatro
g MS/j	$64,8 \pm 12,5a$	$74,3 \pm 12,9b$	$73,7 \pm 17,8b$	$69,1 \pm 12,3ab$
g MS/j/kg PV ^{0,75}	$128,9 \pm 31,2a$	$145,3 \pm 34,3a$	$129,9 \pm 32,8a$	$130,7 \pm 29,3a$
g MS/j	Aliments expérimentaux			
	Pan	Pan	Euph	Jatro
g MS/j	$64,8 \pm 12,5a$	$67,7 \pm 12,3a$	$28,0 \pm 5,4d$	$1,1 \pm 1,8e$
g MS/j/kg PV ^{0,75}	$128,9 \pm 31,2a$	$133,9 \pm 31,2a$	$46,3 \pm 9,7d$	$2,0 \pm 3,2e$
Croissance journalière	Traitements expérimentaux			
	Pan	Pancoton	Paneuph	Panjatro
g/j	$0,9 \pm 1,1a$	$2,6 \pm 0,5b$	$3,1 \pm 0,6b$	$1,2 \pm 1,2a$

Les résultats sont exprimés en moyenne \pm écart type. Les moyennes de la même ligne suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes. MS= matière sèche, Pan= *Panicum maximum*; Euph= *Euphorbia heterophylla*; Coton= tourteau de *Jatropha curcas*; Paneuph= *Panicum maximum* + *Euphorbia heterophylla*; Pancoton= *Panicum maximum* + tourteau de coton; Panjatro= *Panicum maximum* + tourteau de *Jatropha curcas*. PV= poids vif

Tableau 3
Coefficients d'utilisation digestive apparente (CUDA) des traitements expérimentaux étudiés

CUDA (%)	Traitements			
	<i>Pan</i>	<i>Pancoton</i>	<i>Paneuph</i>	<i>Panjatro</i>
MS	54,2 ± 14,9a	62,6 ± 9,5b	68,0 ± 10,5c	56,8 ± 10,8a
MAT	90,7 ± 3,2a	93,4 ± 2,0b	91,2 ± 2,6a	83,5 ± 4,4c
MM	71,0 ± 11,7a	76,6 ± 6,4b	79,2 ± 6,9b	72,3 ± 6,5a
Fibre	69,1 ± 10,1a	77,3 ± 6,1b	77,0 ± 9,6b	72,0 ± 7,2a
MO	73,6 ± 8,4a	78,6 ± 5,8b	84,1 ± 5,2c	75,2 ± 6,3a

Les moyennes de la même ligne suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes.

MS= matière sèche, MM= matière minérale, MO= matière organique, MAT= matières azotées totales, CUDA= Coefficient d'utilisation digestif apparent. Signification des traitements: voir texte ou légende du tableau 1.

Les croissances journalières des animaux ont été $0,9 \pm 1,1$; $2,6 \pm 0,5$; $3,1 \pm 0,6$ et $1,2 \pm 1,2$ g/j pour les traitements Pan, Pancoton, Paneuph et Panjatro respectivement. Les traitements Pancoton et Paneuph ont induit une croissance significativement ($P > 0,05$) supérieure à celles des deux autres traitements qui ne différaient pas significativement entre eux. Quant au traitement Panjatro, ce complément ne semblait pas avoir été apprécié par les cobayes, voire à peine ingéré au regard du rapport d'ingestion des aliments expérimentaux. Dans ces conditions, des quatre traitements, Pan et Panjatro ont été les moins bien digérés car les CUDA de tous les nutriments excepté les protéines brutes étaient significativement inférieurs à ceux des deux autres traitements ($P < 0,05$). De même, leur CUDA ne différait pas significativement ($P > 0,05$) confirmant ainsi la très faible ingestion du tourteau de *Jatropha* dans l'alimentation des cobayes. Les CUDA de la matière sèche ($68,0 \pm 10,5\%$) et de la matière organique ($84,1 \pm 5,2\%$) du régime Paneuph différaient significativement de celles du régime Pancoton, pour lequel un CUDA de la matière azotée totale ($93,4 \pm 2,0\%$) significativement supérieure à celle du régime Paneuph ($91,2 \pm 2,6\%$) a été obtenu ($P < 0,05$). Par contre, le CUDA des fibres brutes et des minéraux de ces deux régimes ne présente aucune différence significative ($P > 0,05$). Le CUDA moyen le plus élevé a été obtenu pour les protéines brutes de *Panicum maximum* associé au tourteau de coton et de *Panicum maximum* associé à *Euphorbia heterophylla* (Tableau 3).

4. Discussion

Le niveau d'ingestion journalière (en g MS) de *Panicum maximum* ($64,8 \pm 12,5$) était comparable à ceux obtenus par Chauca *et al.* (3) soit 59,4 g et 65,0 g avec des quantités respectives de luzerne de 120 g et de 160 g. Ce résultat montre la bonne palatabilité du *Panicum maximum* chez le cobaye malgré sa faible digestibilité de la MS due à son taux élevé en fibres (11). Des observations faites par Bindelle *et al.* (2)

suggèrent que l'absence de facteur antinutritionnel dans ce fourrage et la bonne digestibilité de ses protéines par le cobaye, pourrait en être la cause. La différence significative d'ingestion journalière (en g MS/j) entre les traitements expérimentaux confirme qu'une bonne complémentation des fourrages pauvres apportant les éléments nutritifs manquants (matières azotées, énergies, minéraux et vitamines) permet aux microorganismes du caecum de mieux digérer ces fourrages (4). La fermentation plus rapide des fourrages favoriserait leur réduction en fines particules, un transit accru et un encombrement du caecum moins important (14, 4).

Les résultats de notre étude semblent indiquer que la complémentation avec le fourrage vert *Euphorbia heterophylla* entraîne une réduction de l'ingestion volontaire du *Panicum maximum* par l'animal. Le taux de substitution ou le rapport de la quantité de *Panicum maximum* (kg) ingérée en moins et de la quantité de *Euphorbia heterophylla* offert en plus, est proche de un. Il serait dû au complément riche en énergie rapidement fermentescible favorisant la production rapide d'acides gras volatils (AGV), la baisse du pH et l'augmentation de la microflore du caecum telle que les Bifidobactéries (15). En effet, la très bonne palatabilité, la valeur protéique (16,48%), la faible valeur en fibre (22%) et la très bonne digestibilité de la matière organique de *Euphorbia heterophylla* (2), font de cette plante une des plus appréciées chez le cobaye. Sa propriété fermentescible et le dégagement de gaz qui s'en suit pourrait contribuer significativement à la production d'énergie supplémentaire via la production d'AVG (13). Par ailleurs, l'efficacité du développement des bactéries intestinales augmenterait l'utilisation des protéines à travers la caecotrophie (2). Les CUDA et les croissances pondérales obtenues par le traitement Paneuph montrent l'intérêt de distribuer *Panicum maximum* en association avec *Euphorbia heterophylla* chez le cobaye.

Contrairement à *Euphorbia heterophylla*, le tourteau de coton a provoqué une augmentation de la quantité

de fourrage ingérée, induisant un taux de substitution négatif, dite complémentation vraie. Cette source de protéine semble avoir apportée aux microorganismes du caecum, les éléments nutritifs dont ils ont besoin pour se multiplier et pour dégrader les polyosides des parois de *Panicum maximum* et, ensuite, assurer toutes les conditions nécessaires au maintien d'une bonne cellulolyse (4). Cette assertion pourrait justifier la faible ingestion du tourteau de coton malgré son taux élevé de protéines brutes.

Différentes hypothèses pourraient justifier le faible niveau d'ingestion du tourteau de *Jatropha*. La première serait la présence de facteur antinutritionnel en abondance dans un tourteau de *Jatropha* mal détoxifié notamment la curcine et la saponine. Des observations similaires ont été déjà faites par Niba *et al.* (9) chez le cobaye au Cameroun. La seconde hypothèse pourrait être la forte odeur de ce tourteau, due à une durée insuffisante de la période de fermentation, et qui est facilement détectable par l'odorat des cobayes,

100 fois plus développé que celui de l'homme. Ainsi, l'absence d'organe de Jacobson chez les oiseaux, justifierait son incorporation à hauteur de 6% dans l'alimentation des poulets (6).

5. Conclusions

Cet essai montre que l'association *Panicum maximum-Euphorbia heterophylla* dans l'alimentation du cobaye en croissance permet une meilleure digestibilité de la matière organique, grâce à la substitution du fourrage de base. En Côte d'Ivoire, pays agricole, *Euphorbia heterophylla* fait partie des plantes adventices les plus abondantes du nord et du centre du pays, son utilisation dans l'alimentation des cobayes est à vulgariser là où elle n'est pas encore utilisée couramment. Ceci pourrait s'avérer utile dans d'autres pays également comme la République Démocratique du Congo où la plante est présente et la caviaculture assez développée.

Références bibliographiques

1. Avit J-BLF, Pedia PL. & Sankaré Y., 1999, Diversité biologique de la Côte d'Ivoire rapport de synthèse. Ministère de l'Environnement et de la Forêt, Côte d'Ivoire. Abidjan, Côte d'Ivoire: Programme des Nations Unies pour l'Environnement.
2. Bindelle J., Ilunga Y., Delacollette M., Muland Kayij M., Umba di M'Balu J., Kindele E. & Buldgen A., 2007, Voluntary intake, chemical composition and *in vitro* digestibility of fresh forages fed to Guinea pigs in periurban rearing systems of Kinshasa (Democratic Republic of Congo). Trop. Anim. Health Prod. 39, 419-426.
3. Chauca F.L., Levano S.M., Higaonna O.R., Saravia D.J., Muscari G.J., Gamarra G.J. & Florian A.A., 1992, Factores que afectan el rendimiento de carcaza de cuyes. XV reunión científica anual de la Asociación de Producción Animal (APPA), Pucallpa Perú, 130 p.
4. Chenost M. & Kayouli C., 1997, Utilisation des fourrages grossiers en régions chaudes. Département de l'Agriculture FAO. Étude FAO - Production et santé animales, 135 p.
5. Dougnon G.M., 2009, Utilisation du tourteau détoxifié de *Jatropha curcas* dans l'alimentation des coquelets. Non publié. Thèse Ingénieur Ecole Supérieure d'Agronomie, Institut National Polytechnique Félix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire.
6. Gérard P., 1957, Organe olfactif, Chapitre 6. In: P. Grassé (editor), Traité de Zoologie, Tome XII, Paris, 1145 p.
7. Ipou I.J., Marmotte P., Kadjo G.A., Aké S. & Touré Y., 2004, Influence de quelques facteurs environnementaux sur la germination d'*Euphorbia heterophylla* L. (Euphorbiaceae). Tropicultura 22, 4, 176-179.
8. Minagra, 1999, Salon de l'agriculture et des ressources animales d'Abidjan: L'agriculture Ivoirienne à l'aube du XXI^{ème} siècle. Abidjan, Côte d'Ivoire.
9. Niba A.T., Djoukam J., Tegua A., Kudi A.C. & Loe J.O., 2004, Influence of level of cottonseed cake in the diet on the feed intake, growth performance and carcass characteristics of guinea pigs in Cameroon. Tropicultura, 22, 1, 32-39.
10. ONU, 2005, Projets 2005: procédure d'appel global. République Démocratique du Congo, Organisation des Nations Unies, Banque mondiale, 80 p.
11. Picron P., 2007, Amélioration de l'alimentation du cobaye en province de Kinshasa: méthodes de prédiction de la valeur alimentaire des aliments. Non publié. Thèse de bio-ingénieur. Faculté d'ingénierie biologique, agronomique et environnementale. Université Catholique de Louvain, Belgique.
12. PNUD, 2006, Rapport National sur le développement humain en Côte d'Ivoire: cohésion sociale et reconstruction nationale. Organisation des Nations Unies, 191 p.
13. Rémésy C., Demigné C. & Morand C., 1995, Metabolism of short-chain fatty acids in the liver. In: Physiological and clinical aspects of short-chain fatty acids. Cummings J.H., Rombeau J.L., Sakata T. (editors), Cambridge University Press, Cambridge, p. 171-190.
14. Sakaguchi E., Itoh I., Kohno T., Ohshima S. & Mizutani K., 1997, Fiber digestion and weight gain in guinea pigs fed diets containing different fiber sources. Exp. Anim. 46, 297-302.
15. Takamitsu T. & Kazunari U., 2000, Effects of animal or plant protein diets on cecal fermentation in guinea pigs (*Cavia porcellus*), rats (*Rattus norvegicus*) and chicks (*Gallus gallus domesticus*). Comp. Biochem. Physiol. Anim. 127, 139-146.

N'G.D.V. Kouakou, Ivoirien, Ingénieur Agronome, Master of Science en Santé Animale Tropicale, Assistant, Enseignant-Chercheur, Département Agriculture et Ressources Animales de l'Institut National Polytechnique Félix Houphouët Boigny de Yamoussoukro, Côte d'Ivoire.

E. Thys, Belge, Docteur en médecine vétérinaire, Docteur en sciences vétérinaires, Docteur-assistant, Département de Santé Animale, Institut de Médecine Tropicale, Antwerpen, Belgique.

E.N. Assidjo, Ivoirien, Ingénieur Agronome, Docteur en Chimie Analytique, Maître de Conférence, Enseignant-Chercheur, Département Génie Chimie Agro Alimentaire, Institut National Polytechnique Félix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire.

J.-F. Grongnet, Français, Ingénieur Agronome, Professeur-Nutrition, Transfert de technologie et développement rural Agrocampus Ouest Rennes, Chercheur associé à l'Institut National de Recherche Agronomique (INRA), France.