

# Bilan azoté chez le rat en croissance de la farine d'asticots séchés

K.G.M. Bouafou<sup>1\*</sup>, K.G. Kouamé<sup>1</sup> & A.M. Offoumou<sup>1</sup>

Keywords: Two days old Maggots- Nitrogen balance- Growing rats

## Résumé

Les bilans azotés des farines d'asticots de 2 jours séchés pendant 12, 24 et 48 heures à 70 °C ont été étudiés. Parmi elles, la farine dérivée d'asticots séchés durant 24 heures a le meilleur bilan azoté, du reste inférieur à celui de la caséine. Toutefois, au regard de la valeur de leurs bilans azotés, ces farines d'asticots séchés apparaissent globalement comme une source potentielle de protéine pour l'alimentation animale.

## Summary

### Nitrogen Balance of Dried Maggots' Meal in Growing Rats

The nitrogen balances of two days old maggots dried during 12, 24 and 48 hours at 70 °C were determined. Among them, the meal derived from maggots dried during 24 hours has the best nitrogen balance, moreover inferior than that of casein. However, in regard to the value of their nitrogen balances, these dried maggots meals appear globally as a potential protein source for animal feeding.

## 1. Introduction

Les coûts élevés des protéines alimentaires constituent en partie un frein au développement de l'élevage en Afrique (4). Ce constat commande la recherche d'autres sources protéiques bon marché et accessibles à tous.

Les asticots, biodégradeurs de la matière organique, ont fait l'objet de plusieurs travaux qui ont montré la possibilité de leur utilisation dans l'élevage comme protéine alimentaire (6, 10, 11, 16, 17, 24).

Par ailleurs, il apparaît qu'en zone tropicale, la production d'asticots de mouches en quantité est possible à partir d'une large gamme d'ordures ménagères et de sous-produits agricoles (5, 14, 15, 20).

C'est pourquoi, cette étude complémentaire a pour but de déterminer les bilans azotés des farines des asticots de mouches des déchets de ménage et sous-produits agricoles chez le rat en croissance, dans la perspective d'une utilisation à grande échelle dans l'élevage.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Animaux et logements

Les animaux sont des rats mâles de race Wistar en croissance (45-65 jours) issus de l'animalerie de notre laboratoire.

Les rats sont logés dans des cages à métabolisme individuelles à fonds grillagés qui permettent de retenir les fèces en amont et de recueillir en aval les urines, qui se déversent dans des bacs par un entonnoir fixe. Les cages sont munies de râteliers et de biberons pour alimenter et abreuver les animaux.

### 2.2. Production d'asticots

Les épluchures d'ignames et les restes de poissons frais sont disposés en couches dans une demi-barrique, puis rendus accessibles aux mouches. Ces mouches, essentiellement du genre *Calliphora* y sont attirées en nombre par les restes de poissons frais. Tout se déroule dans une pièce ouverte sur trois côtés mais protégée par du grillage. Après 24 heures d'ensemencement des substrats, la demi-barrique est couverte. Deux jours plus tard, les asticots avec le substrat sont versés dans de l'eau bouillante. Les asticots morts flottant en surface sont cueillis avec une écumoire.

### 2.3. Composition alimentaire des régimes

### 2.3.1. Données de base pour la formulation des régimes

Il s'agit d'une étude de la qualité d'une protéine alimentaire. Ainsi dans les différents régimes (protéinés), le taux protéique est fixé à 9- 10% (1, 9, 13, 19, 21) avec un niveau énergétique égal à 4.200 kcal pour 1.000 g de matières sèches (1, 22, 25).

Les proportions de glucides et de lipides des régimes sont obtenues par calcul. Et ce, de manière à satisfaire le niveau calorique requis des régimes, en tenant compte des apports énergétiques des glucides (4 kcal pour 1 g), des lipides (9 kcal pour 1 g) et des protéines (4 kcal pour 1 g) (Tableau 1- 1).

Tableau 1- 1  
Besoins en macro- composants des rats

Protéine	9- 18%
Glucide	53,5- 70%
Lipide	3- 10%

Sources: U.A.R.- 1.03, Adrian *et al.*(1).

### 2.3.2. Farines d'asticots (F.A.S.)

Les asticots de deux jours d'âge récoltés, sont séchés à l'étuve à 70 °C pendant 12, 24 et 48 heures. Ensuite, ils sont moulus. Ainsi sont obtenus F.A.S.<sub>12</sub>, F.A.S.<sub>24</sub> et F.A.S.<sub>48</sub>; le nombre en indice indique la durée de séchage des asticots.

### 2.3.3. Autres intrants alimentaires des régimes

L'amidon de maïs blanc (Merck) est la principale source de glucides. L'huile de maïs (Lesieur) apporte les acides gras essentiels. La caséine représente la source de protéine témoin. Le mélange vitaminé et minéral a été préparé au laboratoire selon les indications de Pawlak et Pion (22) (Tableaux 1- 2 et 1- 3).

### 2.3.4. Régimes alimentaires

Les régimes ont été préparés au laboratoire selon la méthode et les indications de Pawlak et Pion (18). Au total, cinq régimes iso-caloriques (4.200 kcal/kg de matières sèches) dont quatre iso-protéiques (10%, soit 100 g/kg de matières sèches) sont préparés. L'autre est sans protéine, c'est le régime protéoprive (P.P.) (Tableau 2).

<sup>1</sup>Laboratoire de Nutrition et Pharmacologie UFR-Biosciences, Université de Cocody, 22 B.P. 582, Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

\* Adresse de correspondance: email: bouafou\_k@yahoo.fr

Reçu le 25.08.04 et accepté pour publication le 24.01.06.

**Tableau 1- 2**  
**Besoins en minéraux des rats en croissance (par kg de M.S.)**

Eléments	Besoins	Quantité de sel par kg de M.S.	Sels
Sodium	2 g	5,0761 g	NaCl
Potassium	3 g	5,3003 g	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
Magnésium	1 g	3,4722 g	MgCO <sub>3</sub>
Phosphore	7 g	30,7017 g	CaHPO <sub>4</sub>
Calcium	10 g	2,4345 g	CaCO <sub>3</sub>
Fer	60 mg	342,8 mg	NH <sub>2</sub> Fe
Manganèse	40 mg	8,368 mg	MnCO <sub>3</sub> -H <sub>2</sub> O
Cuivre	10 mg	39,37 mg	CuSO <sub>4</sub> -H <sub>2</sub> O
Zinc	30 mg	132,16 mg	ZnSO <sub>4</sub> -H <sub>2</sub> O
Fluor	5 mg	11,06 mg	NaF
Iode	200 µg	0,26 mg	KI
Cobalt	100 µg	0,20 mg	CoCO <sub>3</sub>
Sélénium	100 µ	0,14 mg	SeO <sub>2</sub>
Aluminium	100 µg	1,74 mg	AlK(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O

Source: Pawlak et Pion, (22).

#### 2.4. Constitution des lots d'animaux et expérimentation animale

A chaque régime alimentaire correspond un lot de cinq rats en croissance.

L'expérimentation animale qui s'est faite selon la méthode de Adrian *et al.* (1) comporte deux phases: une expérience de croissance qui a duré 12 jours et celle des bilans azotés qui a couvert les cinq derniers jours de la première. En effet le bilan azoté reste l'une des méthodes les plus "robustes" d'exploration du métabolisme azoté. Un bilan azoté significatif doit être réalisé sur une période minimale de 3 jours et idéalement de 5 jours (3).

##### 2.4.1. Conduite de l'expérience et mesures effectuées

Les régimes sont distribués *ad libitum* une fois par jour (les matins à heure fixe) sous forme de purée, pour éviter les gaspillages. L'eau est servie à volonté et renouvelée à intervalle de trois jours.

Les animaux sont pesés au démarrage de l'expérience puis à intervalle de deux jours. La dernière pesée a eu lieu à la fin de l'expérience. La croissance est déterminée par la différence entre le poids initial et le poids final.

**Tableau 1- 3**  
**Besoins en vitamines des rats en croissance**

Vitamines	Besoins (par kg de M.S.)
A	4. 375 U.I.
Acide folique	2 mg
Acide para- aminobenzoïque	1.000 mg
B 1	18 mg
B 2	30 mg
B 6	18 mg
B 12	0,06 mg
C (acide ascorbique)	200 mg
D 2	3 .750 U.I.
E	60 mg
Inositol	1.000 mg
K 1	10 mg
Pantothénate	60 mg
P.P.	60 mg

Source: Pawlak et Pion, (22).

**Tableau 2**  
**Teneurs en composants classiques des régimes alimentaires (g/kg de M.S.)**

Composants	Régimes				
	Protéoprive (P.P.)	Témoin (Caséine)	F.A.S. <sub>12</sub>	F.A.S. <sub>24</sub>	F.A.S. <sub>48</sub>
Protéines	0,000	105,260	141,500	139,232	140,838
Prémélange macro- éléments	46,975	46,975	44,060	44,861	43,922
Prémélange oligo- éléments	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
Prémélange vitaminique	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200
Prémélange huile de maïs et vitamine D2	21,400	21,400	21,400	21,400	21,400
Agar-agar	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000
Amidon de maïs	818,025	722,235	660,200	658,807	665,970
Huile de maïs	81,800	72,330	101,040	103,900	106,000
<b>Totaux</b>	<b>1.000,000</b>	<b>1.000,000</b>	<b>1.000,000</b>	<b>1.000,000</b>	<b>1.000,000</b>
Energie brute (kcal/kg M.S.)	4.200	4.200	4.200	4.200	4.200

F.A.S.<sub>12</sub>: le nombre en indice (12) indique la durée de séchage des asticots à l'étuve à 70 °C.

N.B.: L'énergie brute des régimes a été calculée en se référant aux valeurs de combustion des différents nutriments sur la base de 4 kcal pour 1 g de protéine, 4 kcal pour 1 g de glucide et 9 kcal pour 1 g de lipide.

La différence entre les quantités d'aliments servis et les restes (y compris les pertes), rapportée à la matière sèche permet de déterminer la quantité consommée.

Au cours de l'expérience des bilans azotés, les urines et les fèces sont collectés chaque jour, pesés puis conservés à - 10 °C pour analyses.

#### 2.4.2. Prélèvement et pesée d'organes

A la fin de la période expérimentale, les animaux ont été anesthésiés à l'éthyle uréthane puis sacrifiés pour le prélèvement de l'iléon, des reins et du foie. Tous les organes ont été rincés au sérum physiologique, déshumidifiés et pesés. L'iléon a été vidé de son contenu avant d'être pesé.

### 2.5. Analyses chimiques

#### 2.5.1. Taux d'humidité

Il est déterminé par étuvage à 70 °C jusqu'à l'obtention d'une masse constante de l'échantillon prélevé (5 g pesés avec une balance Sartorius à précision égale à 0,1) (2).

#### 2.5.2. Taux de protéine (2)

Les protéines des produits solides et des liquides ont été dosées selon la technique Kjeldahl par un auto distillateur (2200 Kjeltex- autodistillation, FOSS TECATOR) avec un coefficient de conversion de l'azote en protéine égal à 6,25.

#### 2.5.3. Taux de matière grasse

La matière grasse est extraite à l'ébullition à partir de 5 g d'échantillon (pesés avec une balance Sartorius à précision égale à 0,001) par l'hexane pur, dans un appareil de Soxhlet à 80 °C. Après évaporation de l'hexane à l'évaporateur rotatif à bain chaud (Rotavapor), le ballon préalablement taré est refroidi au dessiccateur avec son dépôt et pesé (2).

#### 2.5.4. Taux de cendre

La teneur en cendre est obtenue par pesée du résidu de 5 g (pesés avec une balance Sartorius à précision égale à 0,1) de l'échantillon incinéré à 550 °C pendant 24 heures, dans un four à moufle (Select horn, P selecta) (2).

#### 2.5.5. Teneurs en minéraux

Le sodium (Na), le potassium (K), et le calcium (Ca) sont dosés par spectrophotométrie d'absorption atomique au photomètre de flamme (PFP 7) à partir du filtrat de la cendre de l'échantillon (2).

### 2.6. Expression des paramètres d'étude de la valeur nutritionnelle

(Tableau 3).

**Tableau 3**  
Expression des paramètres d'étude de la valeur nutritionnelle

Paramètres	Expressions mathématiques
Matière sèche ingérée (M.S.I.)	Quantité totale de matière sèche (de l'aliment) ingérée durant la période d'expérimentation
Protéine totale ingérée (P.T.I.)	$P.T.I. (g) = M.S.I \times \% \text{Protéine du régime}$
Gain de poids (G.P.)	Poids final – poids initial
Protéine totale ingérée (P.T.I.)	$M.S.I \times \% \text{Protéine du régime}$
Coefficient d'efficacité alimentaire (C.E.A.)	$C.E.A. = G.P. (g) / M.S.I. (g)$
Coefficient d'efficacité protéique (C.E.P.)	$C.E.P. = G.P. (g) / P.T.I. (g)$
Digestibilité apparente (D.a)	$D.a = (I - F) / I$
Digestibilité réelle (D.r)	$\text{Protéine absorbée (A)} / \text{Protéine ingérée (I)} \text{ ou } I - (F - Fpp) / I$
Rétention protéique (R.P.)	$R.P. = I - (F - Fpp) - (U - Upp)$
Protéique nette utilisée (P.N.U.)	$P.N.U. = I - (F - Fpp) - (U - Upp) / I$

F: protéine excrétée par les fèces d'un sujet autre que celui soumis au régime sans protéine.

Fpp: protéine excrétée par les fèces d'un sujet soumis au régime sans protéine.

I: protéine ingérée.

U: protéine excrétée par les urines d'un sujet autre que celui soumis au régime sans protéine.

Upp: protéine excrétée par les urines d'un sujet soumis au régime sans protéine.

## 3. Résultats

### 3.1. Composition chimique des farines d'asticots séchés

La composition chimique des farines d'asticots âgés de deux jours, séchés à l'étuve pendant différentes durées (12, 24 et 48 heures) est consignée dans les tableaux 4- 1 et 4- 2.

Les analyses indiquent que les asticots sont riches en protéines avec 41,9% par rapport à la matière sèche (M.S.) et en matière grasse avec 34,4% de la M.S. cependant, leurs teneurs en minéraux sont faibles.

**Tableau 4- 1**

#### Composition chimique moyenne de chaque farine d'asticots séchés (F.A.S.) (% M.S.)

	F.A.S. <sub>12</sub>	F.A.S. <sub>24</sub>	F.A.S. <sub>48</sub>
Protéine	41,090	42,490	42,050
Matière grasse	28,535	37,096	37,538
Cendre	7,180	6,370	6,160
Sodium (Na <sup>+</sup> )	0,403	0,416	0,387
Potassium (K <sup>+</sup> )	0,510	0,533	0,444
Calcium (Ca <sup>++</sup> )	0,056	0,049	0,052
Matière sèche	25,680	25,870	26,130

**Tableau 4- 2**

#### Composition chimique moyenne des 3 types de F.A.S. (% M.S.)

Farine d'asticots séchés de deux jours d'âge	
Protéine*	41,88 ± 0,72
Matière grasse*	34,39 ± 5,08
Cendre*	6,57 ± 0,54
Sodium* (Na <sup>+</sup> )	0,40 ± 0,02
Potassium* (K <sup>+</sup> )	0,50 ± 0,05
Calcium* (Ca <sup>++</sup> )	0,06 ± 0,01
Matière sèche*	25,90 ± 0,23

(\*) = valeurs moyennes suivies de leurs écart- types.

### 3.2. Bilan azoté

#### 3.2.1. Matière sèche ingérée (M.S.I.)

La M.S.I. s'élève à 6,30 ± 0,02 g/j pour le régime témoin; elle est supérieure aux valeurs obtenues avec les régimes

**Tableau 5**  
**Résultats des essais de croissance**

Régimes Paramètres	Régime protéoprive	Régime Témoin	Régime F.A.S. <sub>12</sub>	Régime F.A.S. <sub>24</sub>	Régime F.A.S. <sub>48</sub>
M.S.I. (g)*	37,36 ± 2,474	75,60 ± 2,079	50,90 ± 2,760	60,34 ± 6,500	55,99 ± 3,490
M.S.I. (g/j)*	3,11 ± 0,206	6,30 ± 0,170	4,24 ± 0,230	5,03 ± 0,540	4,66 ± 0,290
P.T.I. (g)*	-	7,56 ± 0,210	5,09 ± 0,280	6,03 ± 0,650	5,59 ± 0,350
P.T.I. (g/j)*	-	0,63 ± 0,020	0,42 ± 0,020	0,50 ± 0,050	0,46 ± 0,030
G.P. (g)*	-12,26 ± 5,200	24,22 ± 9,580	5,90 ± 5,540	5,96 ± 4,140	12,08 ± 1,740
G.P. (g/j)*	-1,02 ± 0,430	2,02 ± 0,800	0,49 ± 0,460	0,49 ± 0,340	1,00 ± 0,140
C.E.A.*	-0,33 ± 0,150	0,32 ± 0,130	0,11 ± 0,110	0,09 ± 0,050	0,22 ± 0,030
C.E.P.*	-	3,20 ± 1,250	1,13 ± 1,070	0,95 ± 0,530	2,16 ± 0,340

(\*)= valeurs moyennes suivies de leurs écart- types.

à base de F.A.S. (4,24 ± 0,23 - 5,028 ± 0,54 g/j.). La M.S.I. la plus élevée des régimes testés est obtenue au régime F.A.S.<sub>24</sub> (5,03 ± 0,54 g/j) (Tableau 5).

### 3.2.2. Protéines totales ingérées (P.T.I.)

Les niveaux d'ingestion protéique les plus élevés sont obtenus avec le régime témoin d'une part (7,56 ± 0,21 g) et le régime F.A.S.<sub>24</sub> (6,03 ± 0,65 g) d'autre part (Tableau 5).

### 3.2.3. Gain de poids (G.P.)

Tous les animaux, à l'exception de ceux nourris au régime sans protéine, ont pris du poids. Les G.P. des régimes F.A.S. se situent entre 0,49 ± 0,34g/j et 1,00 ± 0,144 g/j. Les rats ayant les croissances les plus fortes sont ceux soumis aux régimes de référence (2,02 ± 0,8 g/j) et F.A.S.<sub>24</sub> (1,00 ± 0,14 g/j) (Tableau 5).

### 3.2.4. Coefficient d'efficacité alimentaire (C.E.A.)

Le régime témoin a un C.E.A. (0,32 ± 0,12) supérieur à ceux des régimes F.A.S. (0,09 ± 0,053 - 0,21 ± 0,03). Pour les régimes asticots, l'aliment le plus efficace est le régime F.A.S.<sub>48</sub> (0,21 ± 0,03) (Tableau 5).

### 3.2.5. Coefficient d'efficacité protéique (C.E.P.)

Les C.E.P. les plus élevés sont obtenus avec le régime témoin (3,18 ± 1,24) et F.A.S.<sub>48</sub> (2,16 ± 0,34) (Tableau 5).

### 3.2.6. Coefficient de digestibilité des protéines

La digestibilité réelle du régime témoin (caséine) s'élève à 95%; elle est supérieure à celles des régimes asticots qui varient entre 77% et 86%. C'est le régime F.A.S.<sub>12</sub> qui a la digestibilité la plus élevée (86%) (Tableau 6).

### 3.2.7. Poids des organes

Les poids relatifs du foie, des reins et de l'iléon (en pourcentage du poids vif) mesurés sur les animaux consommant les régimes F.A.S. sont légèrement plus élevés que ceux des animaux nourris avec le régime témoin (Tableau 7).

**Tableau 7**  
**Résultats de la biométrie des organes**

Régimes Paramètres	Régime Témoin	Régime F.A.S. <sub>12</sub>	Régime F.A.S. <sub>24</sub>	Régime F.A.S. <sub>48</sub>
% poids (2) reins/poids corporel*	0,67 ± 0,07	0,93 ± 0,07	0,92 ± 0,09	0,76 ± 0,08
% poids foie/ poids corporel*	3,96 ± 0,26	4,38 ± 0,31	4,58 ± 0,05	4,08 ± 0,60
% poids iléon/ poids corporel*	0,38 ± 0,06	0,52 ± 0,06	0,55 ± 0,05	0,47 ± 0,12

(\*)= valeurs moyennes suivies de leurs écart-types.

**Tableau 6**  
**Résultats des essais de bilans azotés**

Régimes Paramètres	Régime Témoin	Régime F.A.S. <sub>12</sub>	Régime F.A.S. <sub>24</sub>	Régime F.A.S. <sub>48</sub>
Digestibilité apparente (D.a)	0,874	0,746	0,751	0,703
Digestibilité réelle (D.r)	0,950	0,840	0,777	0,794
Rétention protéique (R.P.)	3,06	1,37	1,95	1,86
Protéine nette utilisée (P.N.U.)	0,84	0,74	0,69	0,77

## 4. Discussion

### Composition chimique des farines d'asticots séchés

Les analyses montrent que les F.A.S. sont une source appréciable de protéines et de lipides.

D'autres analyses effectuées (7, 10, 20) sur les farines de pupes séchées de mouches domestiques ont abouti à des valeurs de teneurs en protéines (43,5 à 53,4% de M.S.), comparables à celles que nous avons obtenues sur les asticots.

Nos dosages révèlent que les asticots ne sont pas riches en minéraux. En revanche, Dashefsky *et al.* (10) trouvent que la farine de pupes de la mouche domestique contient assez de phosphore, d'une grande bio disponibilité chez la volaille. Ce constat peut suggérer que la teneur minérale de la mouche dépend de son stade d'évolution.

### Bilan azoté des farines d'asticots séchés

Plusieurs paramètres tels la consommation, la croissance, les coefficients d'efficacité alimentaire et protéique, la digestibilité et la biométrie d'organes ont permis d'évaluer les qualités des F.A.S. (1).

Les bilans azotés des asticots apparaissent inférieurs à celui de la caséine, utilisé comme protéine de référence dans les études de nutrition tant humaine qu'animale en raison de sa haute valeur nutritionnelle (26).

Néanmoins les valeurs de ces paramètres sont comparables à celles obtenues avec les farines de viande, de poisson, de soja ou de coton, qui sont les protéines conventionnellement utilisées dans l'alimentation du bétail, des volailles ou du poisson (18, 23).

Teotia et Miller (23), se basant sur la composition de la carcasse, les gains de poids, la prise et la conversion d'aliment, ont montré qu'il n'y a pas de différence significative ( $p < 0,05$ ) entre des poussins nourris avec des pupes séchées de mouches et ceux nourris à partir d'un aliment standard.

L'analyse de l'effet du traitement thermique que nous avons fait subir aux asticots révèle un effet bénéfique de leur séchage pendant 24 heures. Ces observations suggèrent que les asticots, qui vivent dans des milieux pollués, soient contaminés par des substances thermolabiles, probablement peu toxiques, dont les effets peuvent être atténués partiellement par le séchage.

Cependant, cela n'a pas eu que des effets bénéfiques puisque un séchage de 48 heures à 70 °C a entraîné une baisse de la digestibilité des protéines d'asticots. Cheftel *et al.* (9) expliquent ces observations par le fait que le traitement thermique sévère appliqué à des systèmes protéiques modèles contenant très peu de glucides (viande ou poisson), conduit à la formation de ponts covalents

isopeptidiques entre résidus de lysine et de glutamine ou d'asparagine. Du point de vue nutritionnelle, la formation de ponts covalents isopeptidiques entre résidus de lysine et de glutamine ou d'asparagine. Du point de vue nutritionnelle, la formation de ces ponts intra ou intermoléculaires abaisse la digestibilité des protéines.

La légère hypertrophie des organes (les reins, le foie et l'iléon) des animaux nourris avec les régimes asticots est la manifestation que ces régimes renferment des substances difficilement métabolisables, imposant donc à ces organes un surcroît d'activité (1).

## 5. Conclusion

Quoique constitués à plus de 70% d'eau à l'état frais, les asticots de deux jours séchés se sont révélés une source appréciable de protéines et de matières grasses. En effet après séchage, leur teneur protéique atteint 42% de la M.S., mais ils ne sont pas une bonne source de minéraux. Les essais de nutrition réalisés sur des rats en croissance ont permis de montrer qu'un séchage adéquat des farines d'asticots de deux jours donnait des produits aux caractéristiques alimentaires et nutritionnelles comparables aux farines de viande, de poisson, de soja ou de coton, utilisées habituellement comme sources de protéines dans l'alimentation animale.

Cependant, la légère hypertrophie des organes (les reins, le foie et l'iléon) des animaux nourris avec les régimes asticots commande d'autres études afin de prescrire l'utilisation optimale des asticots en élevage.

## Références bibliographiques

- Adrian J., Rabache M. & Frangne R. 1991, Techniques d'analyse nutritionnelle. *In*: Principes de techniques d'analyse. Ed. Lavoisier TEC & DOC Paris, 451-478.
- A.O.A.C., 1975, Official methods of analysis, 12<sup>th</sup> ed. Wash., DC.
- Beaufrère B., 1993, Evaluation du métabolisme protéique, *in*: Traité de Nutrition Pédiatrique, 14, 421-436.
- Bouafou K.G.M., 2000, Mise en place du Tarif Extérieur Commun (T.E.C.) au sein de l'U.E.M.O.A.: influence sur l'aviiculture ivoirienne, mémoire de Maîtrise, 35 p.
- Burton M. & Burton R., 1973, Grand dictionnaire des animaux, tome 16, Bordas, Edito-Sce S.A. Genève, 196 p.
- Calvert C.C., Martin N.D. & Morgan N.O., 1969 (a), Housefly pupae as food for poultry. *J. Econ. Entom.* 62, 938-9.
- Calvert C.C., Martin N.D. & Morgan N.O. 1969 (b), Dual roles for houseflies in poultry manure disposal. *Poultry Sci.* 48, 179-3.
- Campbell J.A., 1961, Methodology of protein evaluation. PAG Document R. 10/Add. 37. Protein Advisory Group of United Nations System, United Nations, N.Y. 10017, U.S.A.
- Cheftel J.C., Cuq J.L. & Lorient D., 1985, Modification des protéines. *In*: Protéines alimentaires. Ed. Lavoisier TEC & DOC Paris, 255-277.
- Dashefsky H.S., Anderson D.L., Tobin E.N. & Peters T.M., 1976, Face fly pupae: a potential food supplement for Poultry, *Environment Entomology*, 1, 5, 680-682.
- Ekoué S.E. & Hadzi Y.A., 2000, Production d'asticots comme source de protéines pour jeunes volailles au Togo- Observations préliminaires. *Tropicicultura*, 18, 4, 212-214.
- Hardouin J., 1992, Termites and maggots use as feed: preliminary information, Proceedings of the seminar on Invertebrates (minilivestock) farming. *Philippine. Nov.* 1992.
- Hegsted D.M. & Chang Y., 1965, Protein utilization in growing rats. I. Relative growth index as a bioassay procedure. *J. Nutr.* 85, 159-168.
- Imai C., 1984, Population dynamics of houseflies, *Musca domestica*, on experimentally accumulated refuse, *Research on population ecology*, 26, 353- 362.
- Keiding J., 1986, La mouche domestique, Guide de formation et d'information, Série lutte anti-vectorielle. Ed. O.M.S., 60 p.
- Loa C., 1998, Quelques données quantitatives en production d'asticots pour l'aviiculture villageoise du nord du Cameroun- B.E.D.I.M. 2, 7, 1998.
- Loa C., 2000, Production et utilisation contrôlées d'asticots. *Tropicicultura*, 18, 4, 215-219.
- Lowe M.C., Kotula K.T. & Briggs G.M., 1985, The protein quality (P.E.R. and N.P.R.) of several powdered soybean food products in the rest. *Nutrition Reports International*, 32, 3, 547-557.
- Njaa L.R., 1963, A study on Mitchell method for determination of the biological value of protein. *John Boktrykkeri, Bergen, Norway.*
- Nzamujo O.P., 1999, Technique for maggot production- The Songhai Experience (unpublished report).
- PAG guidelines, 1972, PAG guidelines for preclinical, testing of novel sources of protein, *PAG bulletin*, 4, 3, 21-22.
- Pawlak M. & Pion R., 1968, Influence de la supplémentation des protéines de blé par les doses croissantes de lysine sur la teneur en acides aminés libres du sang et du muscle du rat en croissance. *Ann. Biol. Bioch. Biophys.* 7, 517-530.
- Teotia J.S. & Miller B.F., 1971, Nutritive content of fly pupae and manure residue (unpublished report).
- Tiemoko Y. & Tawfik E., 1998, Effects of starter protein level on the growth performance of broiler chicks raised in the humid tropics. *Animal research and development*, 30, 77-83.
- Vermorel M., Toullec G., Durand D. & Pion R., 1975, Valeur protéique et énergétique des algues bleues spirulines supplémentées en acides aminés: utilisation digestive et métabolique par le rat en croissance, *Ann. Nutr. Alim.* 29, 6, 535-552.
- Who, 1985, Energy and proteins requirements, 5-205.

K.G.M. Bouafou, Ivoirien, Doctorant (4<sup>e</sup> année thèse unique de Nutrition Animale) au Laboratoire de Nutrition et Pharmacologie, UFR-Biosciences, Université de Cocody, 22 B.P. 582, Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

K.G. Kouamé, Ivoirien, Maître-assistant, Nutritionniste, S/Directeur du Laboratoire de Nutrition et Pharmacologie, UFR-Biosciences, Université de Cocody, 22 B.P. 582, Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

A.M. Offoumou, Ivoirien, Professeur titulaire de Physiologie Animale, Directeur du Laboratoire de Nutrition et Pharmacologie, UFR-Biosciences, Université de Cocody, 22 B.P. 582, Abidjan 22, Côte d'Ivoire.