

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

FACULTE DES SCIENCES
ET TECHNIQUES

ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES
ET MEDECINE VETERINAIRES DE
DAKAR (EISMV)



Année 2007



N°:06

QUALITE NUTRITIONNELLE DES PROVENDES A BASE D'AMANDE DE COTON CHEZ LES POULETS DE CHAIR: ETUDE COMPARATIVE DES VARIETES «GLANDLESS» ET «GLANDED»

MEMOIRE DE DIPLOME D'ETUDES APPROFONDIES DE PRODUCTIONS ANIMALES

Option: Zootechnie - Alimentation - Economie

Présenté et soutenu publiquement le 22 Juin 2007 à 09h à l'EISMV

Par

Issa Youssouf Adoum

Né le 27 Septembre 1970 à Moundou (Tchad)

MEMBRES DU JURY

PRESIDENT :

M. Louis Joseph PANGUI
Professeur à l'EISMV de Dakar

MEMBRES :

M. Malang SEYDI
Professeur à l'EISMV de Dakar

M. Bhen Sikina TOGUEBAYE
Professeur à la FST (UCAD)

**DIRECTEUR :
DE MEMOIRE**

M. Abdoulaye DIENG
Maître Assistant à l'ENSA de Thiès

CO-DIRECTEUR :

M. Ayao MISSOHOU
Maître de Conférences Agrégé
à l'EISMV de Dakar

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail à:

-  *ma famille au sens africain du terme ;*
-  *mes amis (es) ;*
-  *mon homonyme Issa Zakaria ;*
-  *Au Tchad, à qui je souhaite paix et prospérité.*

REMERCIEMENTS

C'est avec une profonde gratitude que je remercie tous ceux qui ont aidé, de quelque façon que ce soit, de réaliser ce travail.

- Nous remercions avant tout Dieu (الله) de sa grâce.
- Au Professeur, Louis Joseph PANGUI, de nous avoir honoré en acceptant de présider ce jury;
- Au Professeur, Malang SEYDI, de nous avoir formé et transmis le savoir avec la qualité scientifique et humaine, que Dieu vous donne une longue vie;
- Au Professeur, Bhen Sikina TOGUEBAYE, en acceptant de siéger dans ce jury et pour tous les sages conseils et appuis scientifiques que vous ne cessez d'apporter aux jeunes chercheurs que nous sommes, vous restez une référence pour nous;
- Au Dr, Abdoulaye DIENG, Directeur de l'UFR SADR et conseiller du Ministre de l'élevage, d'avoir dirigé ce travail de bout en bout avec simplicité et disponibilité hors du commun, malgré votre calendrier hyper chargé, que ce travail soit l'expression de notre profonde reconnaissance;
- Au Professeur, Ayao MISSOHOU, d'avoir accepté codiriger ce travail malgré ses multiples occupations, votre rigueur scientifique et votre amour du travail bien fait ont forcé mon admiration;
- Au corps professoral de L'EISMV pour la qualité de savoir qui nous ont transmis;
- A l'IUSTA et à la Coopération Française de nous avoir permis cette formation;
- A l'ex ENSA de Thiès de nous avoir accueilli en son sein et à travers elle, le Projet PIC COTON de nous avoir permis la réalisation de ce travail; sans oublier le personnel du DPA;
- Aux étudiants Tchadiens de l'EISMV ainsi qu'à la promotion 2005/2006;
- A Mahamat Béchir pour ses conseils et son appui sur toutes les formes;
- Au Dr Khadidja Attimer pour son appui, soutien et encouragement;
- Mes admirations pour mes petits frères : Abakar Mouaz et Moustapha Rozzi, Djida A.C, Mht, Oumar, Mht Issa, Mht Moussa, Ahmat pour votre sens de responsabilité malgré vos jeunes âges;

Mes parents, mes amis (es) et tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à l'aboutissement de ce travail.

ABREVIATIONS

a :	apparente
ANOVA :	Analyse Of Variance
°C :	Degré Celsius
Ca :	Calcium
CATE :	Centre d'Application des Techniques d'Elevage
CB :	Cellulose Brute
CD :	Coefficient de Digestibilité
Ce :	Cendre
SME/CNA:	Sénégal, Ministère de l'Elevage, Centre National d'Aviculture
CUD :	Coefficient d'Utilisation Digestive
DPA :	Département de Productions Animales
EM :	Energie Métabolisable
ENSA :	Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture
FB :	Fibre Brute
FCFA:	Franc de Communauté Financière Africaine
IEMVT :	Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux
INRA :	Institut National des Recherches Agronomiques
ITAVI :	Institut Technique de l'Aviculture
K :	Potassium
kg :	kilogramme
Kcal :	Kilocalorie
LN :	Latitude Nord
LO :	Longitude Ouest
MSA :	Matière Sèche Analytique
MG :	Matière Grasse
mn :	minutes
MO :	Matière Organique
MS :	Matière Sèche
Na :	Sodium
O :	Ouest
P :	Phosphore
P ^{0,75} :	Poids métabolique
p.100 :	pour cent (%)
PB :	Protéines Brutes
PDI :	Protéines Digestibles dans l'Intestin
ppm :	partie pour mille (mg/kg)
UF :	Unité Fourragère
R:	Aliments (% de substitution de l'amande)
r :	réelle

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Localisation géographique de la zone d'étude.....	15
Figure 2: Cages à métabolisme et ses accessoires.....	17

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Comparaison des valeurs relatives des éléments constitutifs de la graine de coton et de ses dérivés	06
Tableau II: Normes de variation du rapport EM/PB pour poussins et poulets.....	13
Tableau III: Apports recommandés pour poulets de chair.....	14
Tableau IV : Répartition des animaux par lot selon le type d'aliment.....	16
Tableau V: Ingestion MS en g/Kg P ^{0,75} (Aliments démarrage).....	21
Tableau VI: Ingestion MS en g/Kg P ^{0,75} (Aliments finition).....	21
Tableau VII: Coefficient de digestibilité (%) de la MS (Aliments démarrage)..	22
Tableau VIII: Coefficient de digestibilité (%) de la MS (Aliments finition)..	22
Tableau IX: Coefficient de digestibilité (%) de la MO (Aliments démarrage)....	23
Tableau X: Coefficient de digestibilité (%) de la MO (Aliments finition)....	23
Tableau XI: Coefficient de digestibilité (%) de MG (Aliments démarrage)....	24
Tableau XII: Coefficient de digestibilité (%) de MG (Aliments finition)....	24
Tableau XIII: Coefficient de digestibilité (%) de l'EM (Aliments démarrage)..	25
Tableau XIV: Coefficient de digestibilité (%) de l'EM (Aliments finition)...	25

SOMMAIRE

INTRODUCTION	01
---------------------------	-----------

PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I: MATIERES PREMIERES UTILISEES EN ALIMENTATION DES VOLAILLES.....03

I.1 Sources d'énergie: Céréales et sous produits	03
I.1.1 Maïs.....	03
I.1.2 Blé tendre.....	03
I.1.3 Sorgho.....	03
I.1.4 Mil.....	04
I.1.5 Sous produits des céréales (les sons).....	04
I.2 Sources de protéines.....	04
I.2.1 Farine de poisson.....	04
I.2.2 Tourteaux et graines	04
I.2.2.1 Tourteau d'arachide.....	04
I.2.2.2 Graine de coton.....	05
I.2.2.3 Amande de coton.....	05
I.2.2.4 Tourteau de coton.....	05
I.2.3 Digestion des rations contenant du tourteau de coton.....	06
I.2.4 Les facteurs anti-nutritionnels du coton	06
I.2.5 Effet du tourteau de coton sur la croissance des volailles.....	07

CHAPITRE II : BASES PHYSIOLOGIQUES DE LA DETERMINATION DES BESOINS NUTRITIONNELS

08	
II.1 Notion de valeur alimentaire.....	08
II.2 Ingestibilité des aliments.....	08
II.3 Digestibilité des nutriments.....	08
II.3.1 Mesure de la digestibilité	09
II.3.2 Facteurs de variation de la digestibilité.....	10
II.3.3 Facteurs intrinsèques liés à l'animal.....	11
II.3.3.1 Espèce animale/race.....	11
II.3.3.2 Spécialisation d'aliments ingérés.....	11
II.3.3.3 Age	11
II.3.3.4 Etat sanitaire.....	11
II.3.4 Facteurs extrinsèques	11

CHAPITRE III: BESOINS NUTRITIONNELS DES VOLAILLES.....12

III.1 Différents besoins de la volaille.....	12
III.1.1 Besoins en énergie de poulets de chair.....	12
III.1.2 Besoins en protéines de poulets de chair	14
III.1.3 Besoins en minéraux de poulets de chair	14

III.1.4 Besoins en vitamines de poulets de chair	14
III.1.5 Besoins en eau de poulets de chair	14

DEUXIEME PARTIE : EXPERIMENTATION

CAHPITRE I: MATERIEL ET METHODES.....15

I.1 Site expérimental.....	15
I.2 Produits étudiés.....	15
I.3 Animaux utilisés et dispositif expérimental.....	16
I.4 Installation (Cages à métabolisme).....	16
I.5 Mode opératoire.....	17
I.5.1 Phase préexpérimentale.....	17
I.5.2 Phase expérimentale	17
I.6 Calcul du coefficient de digestibilité des aliments	18
I.7 Détermination de l'énergie métabolisable.....	18
I.8 Analyses de laboratoire.....	19
I.8.1 Echantillons d'analyse.....	19
I.8.2 Détermination de la matière sèche (MS)	19
I.8.3 Détermination de la matière organique (MO)	19
I.8.4 Dosage de la cellulose brute (CB)	19
I.8.5 Détermination de la matière grasse (MG)	20
I.8.6 Détermination des protéines brutes (PB)	20
I.9 Analyses statistiques.....	20

CHAPITRE II: RESULTATS ET DISCUSSION.....21

II.1. Ingestion de la matière sèche (MS).....	21
II.2 Digestibilité des différents nutriments.....	22
II.2.1 Digestibilité de la matière sèche.....	22
II.2.2 Digestibilité de la matière organique.....	23
II.2.3 Digestibilité de la matière grasse.....	24
II.2.4 Digestibilité de l'énergie métabolisable.....	25

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....26

BIBLIOGRAPHIE..... 27

ANNEXES.....30

PREMIERE PARTIE

Synthèse Bibliographique

RESUME

Titre: Qualité nutritionnelle des provendes à base d'amande de coton chez les poulets de chair: étude comparative des variétés « glandless » et « glanded »

Quatre tests sur la qualité nutritionnelle de deux variétés d'amande de coton avec gossypol (glanded) et sans gossypol (glandless), ont porté sur quarante (40) poulets de chair hybrides non sexés, âgés de 5 semaines, pesant 1,9 kg et répartis en huit (8) lots de cinq (5) individus dans de box individuels. L'aliment de base (démarrage et finition) est de composition identique pour tous les lots et ne se différencient que par le type d'amande de coton dont trois niveaux d'incorporation ont été étudiés : 6,25; 12,50 et 18,75% de la ration.

En outre, l'effet de substitution du tourteau d'arachide par l'amande de coton est étudié pour chaque variété du coton, à trois niveaux : 25, 50 et 75% de substitution, successivement dans les aliments démarrage et finition.

Les essais 1 et 3, respectivement, les provendes «glandless» et «glanded» de la phase démarrage, ont montré une différence significative ($P < 0,05$) entre les deux aliments selon le niveau d'incorporation sur la consommation alimentaire et entre les digestibilités de la MS, MO, MG, et EM.

Les expériences 2 et 4, ont servi à tester l'effet de substitution de deux variétés d'amande de la phase finition. Il en résulte que les aliments sans gossypol, titrant 18,75; 12,5 et 6,25% d'amande, respectivement, ont donné des meilleurs résultats ($P < 0,05$) comparativement à ceux des provendes glanded de la même phase.

Sur l'ensemble des tests, la meilleure consommation alimentaire et les meilleures digestibilités, sont obtenues avec les aliments glandless incorporés à 18,75% aussi bien en démarrage que finition.

Mots clés: Qualité nutritionnelle; Amande de coton; substitution; Gossypol; Poulets de chair.

INTRODUCTION

Au cours de ces dernières années, la filière avicole sénégalaise a connu un développement spectaculaire, notamment sa composante moderne, grâce à l'accroissement des investissements privés qui sont de l'ordre de 30 milliards FCFA (Mamadou, 2007). Cet essor s'explique, en partie, par l'incapacité de la filière bétail-viande à satisfaire la demande locale en protéines d'origine animale.

Ainsi, une aviculture semi-industrielle de proximité dans l'espace urbain et périurbain s'est développée. La région de Dakar concentre l'essentiel de cette activité (Cardinale et *al.*, 2000).

En 2005, la production nationale de viande de volaille industrielle a été de 9203 tonnes, représentant un chiffre d'affaires de l'ordre de 13,8 milliards de F CFA (SME/CNA, 2006).

L'amélioration de la productivité a permis de réduire les coûts de production et aujourd'hui, le poulet produit par ces élevages modernes fournit un bon marché aux consommateurs sénégalais (Cardinale et *al.*, 2000).

L'alimentation constitue le facteur déterminant de cette production, en raison de sa part dans les comptes d'exploitation (80% des charges variables) et des difficultés d'approvisionnement en matières premières. Jusqu'à présent, la dépendance à l'importation des matières premières telles que le maïs (représente 60% du besoin global en matières premières), le soja et autres concentrés essentiels constituent une contrainte majeure à l'expansion et à la compétitivité de la filière avicole (SME/CNA, 2006).

La valorisation des matières premières et sous produits disponibles localement pourrait permettre de réduire cette dépendance vis-à-vis de l'étranger, tout en améliorant la compétitivité du secteur par la baisse des coûts de production (M'Pouok, 1999). En effet, de nombreux produits agricoles et agro-industriels utilisables dans la fabrication de provendes pour volailles sont disponibles au Sénégal (Le Grand, 1988). Cependant, la méconnaissance de leur valeur alimentaire, limite leur emploi.

La qualité des aliments pour volailles est généralement incertaine du fait de l'absence de contrôle officiel permanent (Cissé et *al.*, 1997).

Parmi les matières premières locales figurent les sous produits de coton, notamment la graine et l'amande du coton.

Les études menées depuis quelques années au sein de Département de Production Animale (DPA) de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture

(ENSA) visent à créer un référentiel pour l'ensemble des produits disponibles localement.

Le présent travail, intitulé “**Qualité nutritionnelle des provendes à base d’amande de coton chez les poulets de chair: étude comparative des variétés « glandless » et « glanded »**” s’inscrit dans ce cadre et concerne l’amande de coton.

Les objectifs visés sont :

- de déterminer la valeur nutritive de l’amande de coton et sa variabilité;
- de valoriser l’amande du coton dans les rations de l’élevage de volailles et connaître son taux de substitution;
- de mettre au point des rations alternatives par rapport à l’utilisation des tourteaux d’arachide;
- de connaître les conditions optimales d’utilisation de l’amande de coton dans les rations pour volailles.

Ce travail est composé de deux parties essentielles:

- Une partie bibliographique déclinée en trois chapitres dont le 1^{er} traite les matières premières utilisées en alimentation des volailles, le 2nd décrit les bases physiologiques de la détermination des besoins nutritionnels et le 3^e traite les besoins nutritionnels des volailles ;
- Une partie expérimentale dans laquelle nous avons étudiée la digestibilité de l’amande de coton avec le matériel et méthodes qui nous ont permis cette réalisation.

CHAPITRE I: MATIERES PREMIERES UTILISEES EN ALIMENTATION DES VOLAILLES

I.1 SOURCES D'ENERGIE: CEREALES ET SOUS PRODUITS

Les grains constituent la base des aliments pour poulet, poule pondeuse, dindon, canard, etc. Ils couvrent 70 à 90% du besoin énergétique des volailles et 35 à 50% de l'apport azoté.

Cependant, leur apport azoté impose une supplémentation efficace, à l'aide de tourteaux, de farines animales ou acides aminés de synthèse (Gilles, 1994). Les grains les plus utilisés sont le maïs et le blé. Ces deux céréales présentent l'avantage d'avoir une composition régulière, leur valeur énergétique variant très peu d'une année à l'autre (Larbier et Leclercq, 1992), contrairement aux autres.

I.1.1 Maïs

Le maïs est la céréale de choix pour l'alimentation des volailles. Il possède la valeur énergétique la plus élevée des céréales du fait de sa richesse en amidon, en matières grasses (4%) et en pigments xanthophylles. Par contre, sa teneur en protéines est faible mais d'une bonne digestibilité chez les volailles (INRA, 1989). Le phosphore du maïs est pratiquement indisponible en raison de l'absence de phytases endogènes. Par contre, les pigments xanthophylles sont particulièrement disponibles et efficaces pour la coloration du jaune de l'oeuf et de la peau des oiseaux génétiquement aptes à fixer ces pigments (Gilles, 1994).

I.1.2 Blé tendre

Très employé en alimentation aviaire, le blé est dépourvu de xanthophylles. Son utilisation dans la ration des poules pondeuses ou volailles à peau jaune nécessite une supplémentation par des xanthophylles. Le blé est très riche en protéines (12 à 15%), contrairement au maïs, son phosphore présente une digestibilité de 50% grâce à la présence de phytases dans le grain qui permet une hydrolyse partielle de ce dernier (Dieng, 1998).

I.1.3 Sorgho

Le sorgho a une composition chimique et une valeur alimentaire proches du maïs. Le principal problème réside dans sa teneur en tanins très variable en fonction des variétés, ce qui limite son incorporation dans les formules alimentaires à 30-35% pour le sorgho rouge (Dieng, 1998). Ces tanins diminuent la digestibilité des protéines et de l'amidon. Cependant, le sorgho présente une faible disponibilité en protéines et en phosphore (Larbier et Leclercq, 1992).

I.1.4 Mil

Le mil est très utilisé en alimentation humaine au Sénégal, ce qui limite son utilisation dans les provendes. Les valeurs de composition chimique fournies par la littérature sous-estiment, souvent, la qualité du mil et on lui attribue une valeur énergétique identique à celle du sorgho (Dieng, 1998).

I.1.5 Sous produits des céréales (les sons)

Ce sont les sous produits issus de grains des céréales. Les sons sont des aliments constitués essentiellement des enveloppes du grain. Leur richesse en fibres digestibles et sucres simples leur confèrent une grande appétibilité.

I.2 SOURCES DE PROTEINES

I.2.1 Farine de poisson

Contrairement aux farines de viandes, les farines de poissons possèdent un excellent équilibre en acides aminés indispensables.

La quantité et la qualité des protéines des farines de poissons sont supérieures à celles des principales matières premières utilisées en alimentation animale (Dieng, 1998).

Elles représentent des sources de lysine et de méthionine aussi bien pour les monogastriques que pour les vaches laitières hautes productrices. Elles sont incorporées en faibles quantités dans les provendes pour corriger les déficits en acides aminés indispensables des autres matières premières (Dieng, 1998).

I.2.2 Tourteaux et graine

Les tourteaux sont les résidus solides obtenus après extraction de l'huile des graines ou des fruits oléagineux. Ce sont les co-produits (sous-produits) de la trituration, c'est-à-dire de l'industrie de fabrication de l'huile. Ils constituent la 2^{ème} classe d'aliments la plus importante après les céréales.

En effet, ils représentent la principale source de protéines en alimentation animale (Dieng, 1998).

I.2.2.1 Tourteaux d'arachide

Le tourteau d'arachide issu de la technologie artisanale a une valeur énergétique nettement supérieure, avec une forte hétérogénéité. Le principal défaut du tourteau d'arachide est lié à la présence éventuelle d'aflatoxines qui proviennent de champignons (*Aspergillus flavus* notamment) se développant lors de stockage de la graine.

Il est utilisé comme principale source de protéines en raison de ses bonnes valeurs azotées et énergétiques. D'une teneur en protéines brutes supérieure à 45%, il doit être utilisé à des doses réduites pour compléter des rations et assurer leur équilibre en couvrant les déficits en azote (Rivière, 1978).

I.2.2.2 Graine de coton

La graine de coton, destinée aux animaux, peut être entière, délintée, ou plus ou moins décortiquée. La graine entière contient environ 22% de protéines, 20% de matières grasses et 28% de cellulose brute.

La multiplicité des origines et des variétés fait que la graine de coton est un produit très variable. Il est plus riche en matières grasses et en fibres que les graines. Par ailleurs, la graine de coton comprend trois parties bien distinctes: le linter, la coque et l'amande. Cette dernière est constituée par la gemmule et deux cotylédons qui occupent l'intérieur de la graine (Zouré, 1991). Les cotylédons sont des réservoirs de substances riches en huile.

L'amande contient des glandes présentant une substance toxique pour les animaux monogastriques appelée gossypol (Kassambra, 1980). Cependant, il existe des variétés dites «glandless» dont les amandes sont dépourvues des glandes à gossypol (Dalambaye, 2002).

I.2.2.3 Amande de coton

Elle est obtenue après le décorticage de la graine entière. Autrement dit, c'est la partie résiduelle de la graine séparée de sa coque (Zouré, 1991). Cependant, on distingue selon les variétés, des différences entre les amandes de coton.

On a des amandes à teneur en gossypol élevée et d'autres à teneur faible, voire même nulle (glandless). Pour ce qui est des autres constituants, il n'y a pas une très grande différence en valeur absolue entre amandes.

L'amande représente environ 50% du poids de la graine, elle fournit 30 à 40% d'huile, des protéines, de la cellulose et des sucres (Sy, 2007).

I.2.2.4 Tourteaux de coton

Les tourteaux de coton présentent, en moyenne, une très forte variabilité. Le taux moyen de protéines est de 42% (varie généralement entre 28 et 58%); celui de cellulose brute varie de 8 à 23% et les matières grasses de 0,5 à 15% (Gilles, 1994). A la variabilité de la graine de départ s'ajoute celle induite par les traitements technologiques (Zouré, 1991). La variation de la digestibilité des protéines (46 et 75% pour le tourteau de coton et 84% pour le tourteau de soja), des matières grasses et du gossypol libre s'expliquent également par la diversité

des modes d'extraction employés à travers le monde (pression, solvant seul, pré pression et solvant, expandeur et solvant) (tableau I).

La teneur en protéines assez élevée du tourteau de coton en fait un produit intéressant. Comparé au tourteau de soja, il présente, néanmoins, des valeurs inférieures en unité fourragère (UF) et en protéines digestibles dans l'intestin (PDI). Il est aussi moins riche en protéines et en lysine mais beaucoup plus riche en fibres et en lignine par rapport au tourteau de soja (Gilles, 1994).

Tableau I: Valeurs relatives des éléments constitutifs de la graine de coton et de ses dérivés (Gilles, 1994)

	Taux de matières grasses (%)	Taux de protéines (%)	Taux de cellulose brute (%)
Graine entière	20	22	28
Amande	30-40	30-40	-
Tourteau	0,5-15	28-58	8-23

I.2.3 Digestion des rations contenant du tourteau de coton

L'appréciation de la valeur nutritive d'un aliment se fait à partir de sa composition chimique, de son utilisation par les animaux, et de son influence sur l'utilisation digestive des autres éléments d'une ration dans laquelle il est inclus.

Zouré (1991), souligne que les mesures de digestibilité *in vivo* effectuées sur des rations contenant du tourteau de coton montrent, généralement, une variabilité des résultats liée à la nature des tourteaux utilisés. Le procédé de fabrication et la composition chimique des tourteaux seraient la cause déterminante de cette variabilité.

Les différents facteurs mis en évidence comme influençant la digestibilité des rations contenant du tourteau de coton sont:

- ✓ le décorticage des graines;
- ✓ le procédé d'extraction et les traitements physiques appliqués aux farines;
- ✓ la teneur en gossypol libre;
- ✓ la forme de présentation du tourteau.

I.2.4 Les facteurs anti-nutritionnels du coton

Le gossypol est présent sous forme libre dans de petites glandes présentes, notamment, dans l'amande et le tégument de la graine de coton (Zouré, 1991).

Le gossypol est toxique pour toutes les espèces animales. C'est pourquoi, l'utilisation des dérivés du coton, en alimentation animale, est limitée par la

teneur en gossypol (Gilles, 1994). Pour éviter les effets toxiques liés à la présence de gossypol dans les aliments des monogastriques, il est possible de diminuer leur teneur en gossypol par des procédés physiques ou chimiques, ou en utilisant des tourteaux obtenus à partir de graines sans glandes à gossypol (Zouré, 1991). Les traitements d'extraction d'huile tels que le broyage et/ou le chauffage provoquent la rupture des glandes à gossypol, libérant ainsi le pigment dont une partie se lie alors aux acides aminés, et en particulier à la lysine. Les teneurs en gossypol libre sont comprises entre 4500 et 10000 ppm pour la graine entière: elles varient de 200 à 5000 ppm pour les tourteaux. Le gossypol libre est toxique pour la majorité des espèces animales, avec des niveaux de tolérance différents. Pour les monogastriques, les niveaux maxima relevés dans la littérature sont de 100 ppm pour le porc, 50 ppm pour les poudeuses et 150 ppm pour le poulet de chair (Gilles, 1994).

I.2.5 Effet du tourteau de coton sur la croissance des volailles

Sans gossypol, le tourteau de coton s'est avéré être une bonne source protéique pour les volailles en croissance Dongmo et *al.*, (1993a).

Mathur et Ahmed (1969) cités par Zouré (1991), ont préconisé une substitution progressive du tourteau d'arachide d'une ration de poussin par le tourteau de coton. Avec des taux d'incorporation de 7 et 14% de tourteau de coton dans la ration, il a été observé, une amélioration de la croissance des poussins de l'ordre de 8 et 4% respectivement, avec une meilleure utilisation des aliments. L'effet de la substitution devient négatif puis nul, à partir d'un taux de 20%. Au vu de ces résultats, le taux optimum d'incorporation du tourteau de coton dans la ration de démarrage était de 14 à 15%.

Toutefois, Tacher et *al.*, (1985), ont incorporé respectivement, 21 et 22% de tourteau de coton sans provoquer une baisse significative des gains de poids.

De même, les résultats obtenus par Dongmo et *al.*, (1993b), ne révèlent pas une baisse significative des performances avec un taux de gossypol libre atteignant 400 ppm.

Quant au taux d'incorporation maximale de tourteau de coton, les résultats obtenus par les différents auteurs semblent contradictoires. Par contre, pour la teneur en gossypol libre, la contradiction est en revanche moins évidente (Zouré, 1991). Le seuil de 72 ppm de gossypol libre était considéré comme celui au-delà duquel les baisses de performance apparaissent.

CHAPITRE II: BASES PHYSIOLOGIQUES DE LA DETERMINATION DES BESOINS NUTRITIONNELS

II.1 NOTION DE VALEUR ALIMENTAIRE

Connaître la valeur nutritive des aliments ainsi que la quantité que peuvent ingérer les animaux revêt une grande importance dans la conduite d'un élevage. Cela permet non seulement d'établir des plans de rationnement adaptés aux besoins et à la capacité d'ingestion des animaux mais aussi d'orienter l'éleveur dans le choix de plantes à cultiver.

Selon Masson (1981), cité par Dimi (1990), la valeur alimentaire d'un aliment se caractérise par deux éléments essentiels:

- sa valeur nutritive ou concentration en différents éléments nutritifs;
- et son ingestibilité ou quantité de matière sèche volontairement ingérée.

Deux méthodes sont utilisées pour apprécier la valeur alimentaire:

- la méthode chimique *in vitro*;
- la méthode biologique *in vivo*.

Cette dernière complète la première en donnant des indications sur l'utilisation de l'aliment par l'animal. Autrement dit, ce sont les mesures de la digestibilité et du niveau d'ingestion.

II.2 Ingestibilité des aliments

La quantité d'aliment ingéré par les animaux, exprimée en matière sèche, dépend de l'appétabilité de cet aliment ainsi que de la capacité d'ingestion de l'animal. La capacité d'ingestion est la quantité maximale d'aliment qu'un animal peut ingérer. Elle est propre à chaque espèce et est exprimée en quantité de matière sèche par kg de poids vif (Lhoste et *al.*, 1993). La quantité d'aliment ingérée varie selon l'espèce et le stade physiologique de l'animal. Les monogastriques règlent leur consommation d'aliment de manière à couvrir leurs dépenses énergétiques (INRA, 1989).

II.3 Digestibilité des nutriments

La totalité d'aliment ingéré par un animal n'est pas utilisée par son organisme. Une partie des 'ingesta' traverse le tube digestif et se trouve dans les fèces. On appelle fraction digestible d'un aliment, la partie des 'ingesta' qui ne se trouve pas dans les fèces.

L'étude de la digestibilité *in vivo* permet de mieux appréhender le pourcentage d'utilisation des nutriments (matière organique, acides aminés, matière grasse et énergie métabolisable) absorbés au niveau du tube digestif et qui constituent la

fraction utilisable pour le métabolisme de l'animal (INRA, 1989). C'est une notion quantitative qui se traduit par le coefficient d'utilisation digestive (CUD) ou coefficient de digestibilité (CD) (Ouaffai, 1987 cité par Issa, 1999).

Nous devons distinguer deux types de coefficients de digestibilité :

- le coefficient d'utilisation digestive apparent; qui est donc le rapport entre la quantité qui disparaît dans le tube digestif et la quantité ingérée.

$$CUDa = \frac{\text{Ingérée} - \text{excrétée}}{\text{Ingérée}} \times 100$$

En fait, il existe dans les fèces des produits endogènes (fraction métabolique) qui ne proviennent pas directement de la ration; ce sont des sécrétions digestives, du mucus des produits de desquamations des parois intestinales et des corps microbiens. La digestibilité apparente est donc une estimation par défaut de la digestibilité réelle des constituants de la ration.

- le coefficient d'utilisation digestive réel.

$$CUDr = \frac{\text{Ingérée} - (\text{excrétée} - \text{endogène})}{\text{Ingérée}} \times 100$$

La mesure du CUDr est délicate, car les éléments métaboliques sont particulièrement difficiles à déterminer chez les animaux.

Le CUDr est une donnée globale d'intérêt pratique, le seul habituellement utilisé en alimentation animale. Mais, il ne faut pas perdre de vue que, pour un aliment, toute la partie non excrétée dans les fèces n'est pas forcément égale à celle qui est absorbée par l'organisme pour couvrir ses besoins.

L'excrétion dans les fèces de substances ne provenant pas directement des aliments, conduit à une sous estimation des nutriments absorbés.

II.3.1 Mesure de la digestibilité

Il s'agit de mesurer directement le coefficient de digestibilité de la matière sèche. Les autres coefficients étant obtenus par analyse des échantillons représentatifs de la matière sèche offerte, refusée et excrétée.

Au cours des essais de digestibilité, l'aliment étudié est donné à l'animal suivant une quantité connue avec précision, puis les matières fécales et les refus sont également pesés à la fin.

On utilise un échantillonnage représentatif, car on enregistre de légères différences au niveau des facultés digestives pour des sujets de même race, âge et sexe. Les répétitions permettent la détection des erreurs (Buldgen et Compère, 1984).

Ces mesures se font sur des animaux dans des cages à métabolisme.

Chez les volailles, la détermination de la digestibilité est compliquée et très délicate, par le fait que les fèces et les urines sont évacuées ensemble par le même orifice, le cloaque. Les composés de l'urine sont pour la plupart azotés. La séparation est alors basée sur le fait que la majeure partie de l'azote urinaire est sous la forme d'acide urique et que la quasi-totalité de l'azote fécal est de nature protéique (Dimi, 1990).

Les conditions de réussite de mesure de la digestibilité sont:

- la distribution d'un aliment de composition uniforme ;
- une période préexpérimentale pour habituer l'animal à la ration la plus longue période possible;
- une période expérimentale de mesure des entrées et sorties fécales de 5 à 14 jours;
- la distribution des repas à la même heure.

Cependant, la présence d'une certaine substance indicatrice (traceur) complètement indigestible dans l'aliment permet le calcul de la digestibilité par le rapport de la concentration de cette substance dans l'aliment et dans les fèces. Le principal traceur utilisé est l'oxyde de chrome.

Les mesures de digestibilité permettent, dans une certaine mesure, de classer les matières premières en fonction de leur efficacité nutritionnelle. Elles sont nécessaires pour formuler des rations sans excès ni carences.

II.3.2 Facteurs de variation de la digestibilité

D'une façon générale, selon Larbier et Leclercq (1992), tous les facteurs qui diminuent ou augmentent les dépenses énergétiques retentissent sur l'appétit. Il s'agit, notamment de la température ambiante, du niveau de production et de la taille de l'animal. La texture de l'aliment, mais également les facteurs antinutritionnels peuvent influencer la consommation (Leclercq et Beaumont, 2000). C'est la raison pour laquelle, l'amélioration de la productivité des élevages avicoles a souvent conduit à utiliser des aliments complets granulés. La vitesse de consommation ou la capacité d'adaptation à un changement d'aliment dépend en grande partie de ses caractéristiques granulométriques (Sall, 1990).

La digestibilité d'un aliment varie en fonction de deux facteurs:

- ✓ Facteurs intrinsèques liés à l'animal utilisateur;
- ✓ Facteurs extrinsèques.

II.3.3 Facteurs intrinsèques liés à l'animal

La digestibilité varie avec l'espèce et le type génétique, la race, le niveau de production, l'individu, l'état physiologique et pathologique de l'animal.

II.3.3.1 L'espèce animale/race

L'utilisation digestive des aliments varie avec l'espèce animale considérée et au sein d'une même espèce selon les différentes valeurs génétiques. Les herbivores et surtout les ruminants sont capables de digérer la cellulose et utilisent mieux tous les constituants cellulosiques, ce qui n'est pas le cas des monogastriques. Cette variabilité tient aux particularités des processus digestifs propres à chaque espèce, à leurs besoins métaboliques, aux caractéristiques du tube digestif, à sa structure et à sa flore microbienne.

II.3.3.2 Spécialisation d'aliments ingérés

La digestibilité diminue quand les quantités d'aliment ingérées augmentent car, le transit intestinal s'accélère.

II.3.3.3 Age

Plus l'animal est jeune, moins la digestibilité est faible.

II.3.3.4 Etat sanitaire

Des variations de la digestibilité peuvent être liées à l'état sanitaire de l'individu qui, se traduit généralement par une chute de l'utilisation digestive des aliments.

II.3.4 Facteurs extrinsèques

L'alimentation, elle-même est le facteur qui à la plus nette influence sur la digestibilité. Il s'agit notamment des caractéristiques de la ration, de son volume, de sa structure, de la nature des aliments qui la composent, de leur état physique, leur composition et leur quantité.

D'autres facteurs peuvent également intervenir, parmi lesquels:

- importance des constituants pariétaux: la digestibilité est inversement proportionnelle à la teneur en cellulose brute d'un aliment;
- la composition de la ration et l'équilibre énergie-azote;
- l'ambiance thermique et les conditions du milieu.

CHAPITRE III: BESOINS NUTRITIONNELS DES VOLAILLES

III.1 DIFFERENTS BESOINS DE LA VOLAILLE

L'alimentation de base de la volaille doit couvrir les besoins d'entretien, de production et apporter en proportions convenables les différents minéraux, acides aminés et vitamines indispensables.

En Afrique subsaharienne, les aliments protéiques d'origine animale et végétale font souvent défaut. Les sources protéiques d'origine animale sont habituellement représentées par les produits et sous produits tels que les farines de poisson et les tourteaux (Arachide et Coton) (Farina et *al.*, 1991).

Les principes de base de la nutrition des volailles sous les tropiques, sont similaires à ceux des volailles élevées en climat tempéré. Cependant, il faut tenir compte de certaines spécificités telles que la température qui entraîne une réduction de la consommation énergétique et, par voie de conséquence minérale (Hofman, 2000).

Il est donc nécessaire de fournir une alimentation appétissante, complète et équilibrée pour palier à cet effet car, des carences alimentaires peuvent se superposer aux effets de la chaleur pour diminuer d'avantage l'efficacité alimentaire.

III.1.1 Besoins en énergie de poulets de chair

L'énergie métabolisable est l'expression la plus utilisée chez l'oiseau dans l'évaluation de dépense énergétique. Elle est facilement mesurable car les urines et les matières fécales ne sont pas séparables. C'est donc celle-ci que l'on utilise pour exprimer les besoins en énergie.

L'unité de mesure de cette énergie est le kilocalorie (kcal EN). L'énergie métabolisable représente la portion de l'aliment dont la volaille dispose pour couvrir ses besoins d'entretien et de production (chair et oeufs).

Les besoins en énergie des volailles sont inversement proportionnels à la température du milieu extérieur. Ils sont réduits de 10% pour des poules maintenues à 30°C en comparaison aux besoins des poules vivant à 20°C. Inversement, les besoins augmentent de 17% lorsque la température est réduite à 10°C. La température critique à ne pas dépasser est de 30°C, sinon on observe une diminution de la consommation alimentaire. En effet, la production d'extra-chaleur consécutive à l'ingestion d'aliment est accrue en climat chaud. Au-dessus de 28°C, la température abdominale augmente avec la température

extérieure et la quantité d'aliment consommée. La seule solution pour l'animal est de réduire sa consommation d'énergie (Picard *et al.*, 1993).

Pour les poulets de chair, trois types d'aliments sont utilisés (IEMVT, 1991):

- aliment démarrage de 0 à 15 jours;
- aliment croissance de 15 à 30 jours;
- aliment finition de 30 jours à l'abattage.

Toutefois, il est possible de se contenter de deux types d'aliment (IEMVT, 1991), un aliment démarrage de 0 à 3 semaines et un aliment croissance, de 4 à 7 semaines.

Le niveau énergétique de l'aliment est le facteur qui règle la consommation des poulets, en ce sens que l'augmentation du niveau énergétique améliore très sensiblement l'indice de consommation. Les expériences réalisées à l'Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture (ENSA) de Thiès en 2005 recommandent d'employer dans l'alimentation des poulets de chair un régime à haute concentration énergétique, soit 3200 kcal/kg d'aliment quelque soit la saison. Un tel régime permet de diminuer la mortalité tout en assurant une croissance plus rapide et un meilleur indice de consommation (Nesseim, 2005). Ces résultats sont similaires à ceux de l'IEMVT (1991) qui admet, cependant, que les recommandations concernant le niveau énergétique sont assez souples. Dans les régimes des volailles, le rapport énergie/protéine doit garder une valeur optimale. Il varie entre 120 et 150 g et permet des performances optimales (ITAVI, 1980). En dehors de ces valeurs, l'indice de consommation augmente (Nesseim, 2005) (tableau II).

Tableau II: Normes de variation du rapport EM/PB pour poussins et poulets (Bolevane, 2001)

Age (Semaines)	EM/PB
0-4	138-142
4-7	147-152
7-10	162-170

La valeur de ce rapport énergie/protéine dépend du sujet, de son âge, du type de production et du mode d'élevage. Des études récentes effectuées dans de nombreux laboratoires montrent qu'il existe une relation entre, non seulement l'énergie et les protéines (acides aminés), mais aussi certaines substances minérales (Ca et P). Dans cette relation, on constate qu'une augmentation de l'énergie doit s'accompagner d'un accroissement des taux de protéines (acides aminés), de calcium et de phosphore de la ration (Picard *et al.*, 1993). Le niveau énergétique de l'alimentation détermine l'ingestion et le rendement du poulet de chair, c'est-à-dire, le taux de croissance et l'indice de consommation (Dimi, 1990).

Les apports recommandés en protéines, en acides aminés et en sels minéraux exprimés en fonction des teneurs en énergie sont consignés dans le tableau III.

Tableau III: Apports recommandés pour poulets de chair (INRA, 1989)

	Démarrage	Croissance	Finition
EM (kcal/kg)	3200	3200	3200
Protéines brutes (%)	23,7	21,7	20,1
Lysines (%)	1,24	1,08	0,93
Méthionine (%)	0,52	0,47	0,41
Calcium (%)	1,1	1	0,90
Phosphore disponible (%)	0,70	0,69	0,38

III.1.2 Besoins en protéines de poulets de chair

Les protéines constituent la majeure partie de la viande de poulet et des oeufs. Ces besoins sont donc importants. D'une manière générale, on recommande 180 à 240 g de protéines totales de qualité par kilogramme d'aliment (Hofman, 2000).

III.1.3 Besoins en minéraux de poulets de chair

Les minéraux interviennent dans la constitution du squelette (os et cartilages), de certains éléments de soutien (tendons et ligaments) et de la coquille des œufs (Dethier, 1987).

Ces minéraux, constitués principalement de phosphore et de calcium, sont faiblement représentés dans les aliments d'origine végétale. Il faut généralement faire appel aux coquilles d'huîtres ou d'autres mollusques pour couvrir les besoins.

III.1.4 Besoins en vitamines de poulets de chair

Les vitamines jouent un rôle essentiel dans les systèmes enzymatiques. Les hautes températures entraînent, notamment, une augmentation des besoins en vitamine A (Frank, 1980).

III.1.5 Besoins en eau

Le corps de la poule et l'oeuf sont constitués respectivement, de 60 et 65% d'eau. Les oiseaux régulent leur température corporelle par évaporation d'eau via le tractus respiratoire. Les besoins en eau pour la thermorégulation sont donc élevés en milieu tropical. La présence d'eau propre et fraîche est donc indispensable en permanence. De plus, elle permet aussi l'absorption d'éléments nutritifs et l'élimination des matières toxiques.

DEUXIEME PARTIE

Expérimentation

CHAPITRE I: MATERIEL ET METHODES

I.1 Site expérimental

Les essais ont été réalisés dans les locaux du Centre d'Application des Techniques d'Elevage (CATE) de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture (ENSA) de Thiès (figure 1), entre le 25 Septembre 2006 et le 30 Janvier 2007.

Situé entre 14°42 LN et 16°57 LO, le climat de la zone est du type sahélo-soudanien, avec une pluviométrie moyenne annuelle de 262 mm (2006) répartie sur quatre mois (de juillet à octobre). Les températures moyennes annuelles oscillent entre 23°C et 34°C. La saison sèche s'étend de novembre à juin et constitue une période alimentaire difficile pour les animaux.

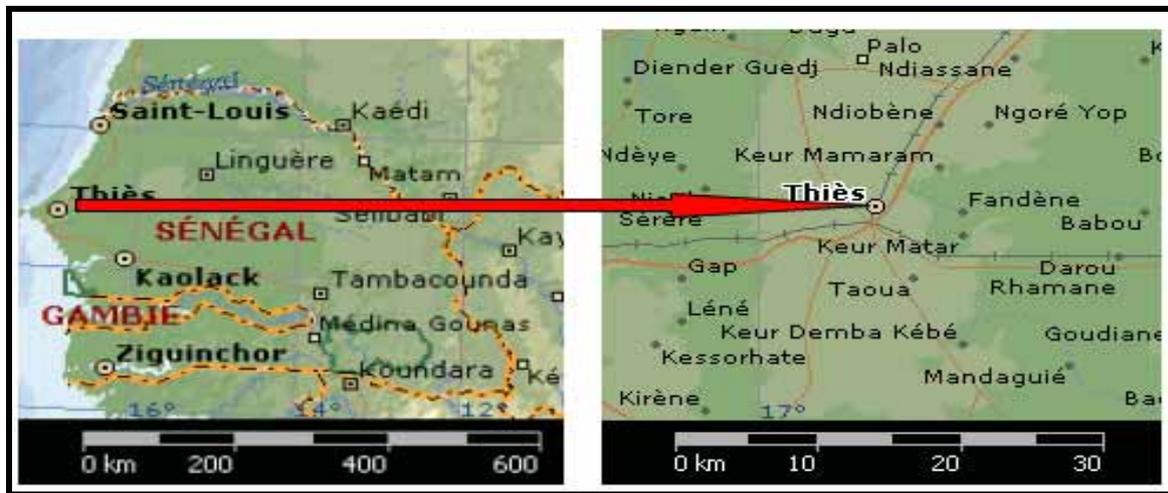


Figure 1: Localisation géographique de la zone d'étude

Source Encarta 2007 modifié par Issa Youssouf

I.2 Produits étudiés

L'étude a porté sur des aliments pour volailles contenant des taux variables d'amande de coton. Les amandes de coton utilisées sont issues de deux variétés, l'une indemne de gossypol dite «glandless», l'autre pourvue de gossypol appelée «glanded».

L'amande est substituée au tourteau d'arachide aux taux respectifs de 0, 25, 50 et 75%, correspondant à 6,25; 12,5 et 18,75% d'incorporation, successivement dans les aliments démarrage et finition.

Les matières premières et la composition chimique moyenne des différentes provendes (démarrage et finition) est sensiblement identique (Annexes I et II).

La variabilité de la composition en nutriments est très faible, à l'exception de la teneur en gossypol (libre et total) qui varie selon la nature des aliments (Annexes I et II).

I.3 Animaux utilisés et dispositif expérimental

L'expérience a porté sur deux lots de 20 poulets hybrides non sexés de souche chair pesant en moyenne 1900 g, et âgés de 37 jours. Ces animaux ont été utilisés respectivement pour les provendes « glandless » et « glanded » aussi bien pour les aliments démarrage que les aliments finition.

Les oiseaux ont été repartis en quatre (4) lots de cinq (5) individus correspondant chacun au type d'aliment étudié (tableau IV).

Un lot de dix (10) sujets a été gardé en réserve pour remplacer les sujets défaillants en cours d'expérimentation.

Afin de les identifier, les animaux ont été bagués et numérotés à la patte avec des couleurs différentes (rouge, blanc, vert et orange) selon l'aliment reçu.

Les informations récoltées sont:

- le poids des animaux au début et en fin du bilan;
- la quantité d'aliment consommée;
- la quantité d'aliment refusée;
- la quantité de fèces excrétée.

A la fin de chaque bilan, les animaux sont descendus de leur box et laissés au repos pendant trois (3) jours avant la reprise du bilan suivant.

Tableau IV: Répartition des animaux par lot selon le type d'aliment

N° Bilan	Type d'aliment	Lot1(r)	Lot2 (b)	Lot3 (v)	Lot4 (o)
1	Glandless démarrage	Témoin	R 25%	R 50%	R 75%
2	Glandless finition	Témoin	R 25%	R 50%	R 75%
3	Glanded démarrage	Témoin	R 25%	R 50%	R 75%
4	Glanded finition	Témoin	R 25%	R 50%	R 75%

R: Aliments (% de substitution de l'amande)

r: bague rouge **b:** bague blanche **v:** bague verte **o:** bague orange

I.4 Installations (Cages à métabolisme)

Les expériences de digestibilité ont été réalisées avec des animaux entretenus dans des cages à métabolisme disposées en série de box individuels (figure 2).

Les cages sont grillagées dans leur partie antérieure et hermétiques sur la partie latérale et postérieure. Le box s'ouvre par le haut, alors que la partie inférieure est munie d'un plateau compartimenté qui permet la récolte des fientes d'une part, de l'eau et de l'aliment refusé d'autre part (Mahoungou, 1996). En outre, chaque box est muni d'un abreuvoir et d'une mangeoire permettant la distribution de l'aliment et de l'eau (Nesseim, 2005).

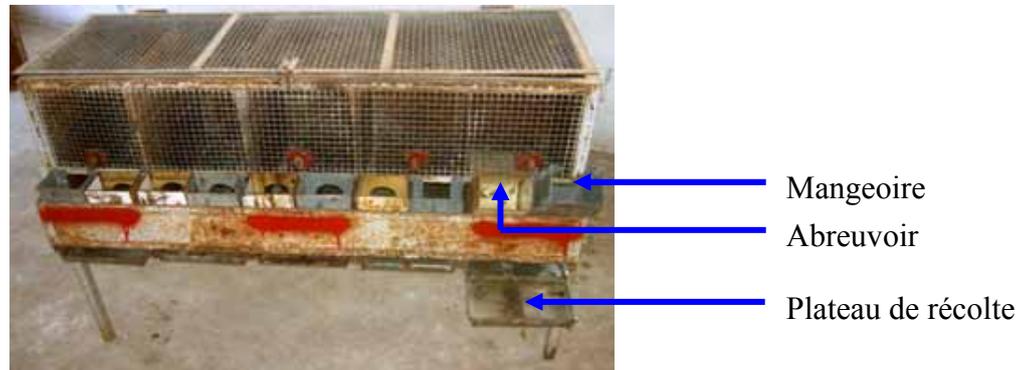


Photo : Issa

Figure 2: Cages à métabolisme et ses accessoires

I.5 Mode opératoire

Pour chaque bilan, l'expérience s'est déroulée en deux phases successives:

- une phase préexpérimentale d'adaptation;
- une phase expérimentale de collecte des échantillons.

I.5.1 Phase préexpérimentale

La période d'adaptation à la cage et à l'aliment a durée cinq (5) jours au cours de laquelle l'animal s'adapte à son nouvel environnement et à l'aliment. L'aliment habituellement distribué est remplacé de manière progressive par l'aliment étudié. Cette phase permet aussi la détermination de la quantité d'aliment qui sera distribuée à l'animal au cours du bilan. Un anti-stress a été administré dans l'eau de boisson pendant cette phase.

I.5.2 Phase expérimentale

La période expérimentale s'est déroulée en neuf (9) jours du bilan dont sept (7) jours de mesure. L'aliment a été pesé et distribué une fois par jour, tôt le matin (06h30mn), selon les quantités déterminées lors de la phase préexpérimentale. Par contre, l'eau a été distribuée à volonté. Les opérations suivantes ont été effectuées:

- pesée de chaque animal au début et à la fin de l'expérimentation;
- récoltée et pesée des quantités d'aliments distribuées et refusées à chaque animal;
- collectée et pesée des matières fécales émises par individu.

Après la collecte, les refus et fèces ont été séparés en deux échantillons destinés, respectivement, à la détermination de la Matière Sèche Analytique (MSA) et aux analyses. Les échantillons de la MSA ont été séchés à l'étuve à 105°C pendant 24 heures, tandis que l'échantillon pour analyse est conservé à l'étuve à 60°C. Les échantillons d'analyse ont ensuite été regroupés pour chaque animal du J1-J7 (jour 1 au jour 7) avant d'être broyés, codifiés et conservés dans des pots en plastique.

I.6 Calcul du coefficient de digestibilité des aliments

La fraction digestible des nutriments est la différence entre les quantités ingérées et celles excrétées. Les variables mesurées sont les quantités de matière sèche d'aliments distribués, de refus et de matières fécales. Celles-ci permettent de calculer les variables recherchées, c'est à dire les coefficients de digestibilité des différents nutriments (Nesseim, 2005). Ces coefficients ont été calculés de la même façon pour chaque constituant. Etant donné la difficulté d'évaluer les sécrétions endogènes tout le long du tractus gastro-intestinal des animaux, seule la digestibilité apparente a été calculée par la formule suivante :

$$CD = \frac{\text{ingérée} - \text{excrétée}}{\text{ingérée}} \times 100$$

CD: Coefficient de Digestibilité

Les coefficients de digestibilité de tous les nutriments ont été calculés de la même façon. Il s'agit de:

- coefficient de digestibilité de la matière sèche (CDMS);
- coefficient de digestibilité de la matière organique (CDMO);
- coefficient de digestibilité de la cellulose brute (CDCB);
- coefficient de digestibilité de la matière grasse (CDMG);
- coefficient de digestibilité de l'énergie métabolisable (CDEM).

I.7 Détermination de l'énergie métabolisable

L'énergie métabolisable a été calculée par la formule de SIBBALD (INRA, 1989). Le calcul est basé sur la connaissance des teneurs en nutriments (matière grasse, cellulose brute, cendre) des différents échantillons étudiés, grâce aux analyses bromatologiques.

$$EM = 3951 + 54,4 MG - 88,7 CB - 40,8 Ce$$

EM : énergie métabolisable (Kcal/kg MS)

MG : matière grasse (%)

CB : cellulose brute (%)

Ce : cendre (%)

I.8 Analyses de laboratoire

I.8.1 Echantillons d'analyse

Les échantillons sur lesquels ont porté les analyses sont ceux regroupés par animal et par bilan, après broyage, codification et conservation dans des pots en plastique à l'étuve à 60°C.

I.8.2 Détermination de la matière sèche (MS)

La matière sèche est la partie d'aliment ne contenant pas d'eau. Elle est déterminée à partir d'une prise d'essai de 2,5 g placée à l'étuve à 105°C pendant 24 heures, c'est-à-dire jusqu'à l'obtention d'un poids constant (Lemal, 1989).

$$MS = \frac{P_2 - T_c}{P_1} \times 100 \quad \text{M.S.} = 100 - \% \text{ d'humidité}$$

MS : matière sèche (teneur en %)

P1 : poids de la matière fraîche introduite dans le creuset en g

P2 : poids du creuset + échantillon à la sortie de l'étuve en g

Tc : tare du creuset en g

I.8.3 Détermination de la matière organique (MO)

Nous avons incinéré 2,5 g d'échantillon placé dans un four réglé à 550°C pendant 8 heures. Le résidu d'incinération pesé correspond aux matières minérales. A partir de la teneur en matières minérales de résidu, on déduit la teneur en matière organique (Lemal, 1989).

$$C = \frac{P_2 - T_c}{P_1 * MSA} \times 100$$

C: teneur en cendre (en % de la matière sèche)

Tc: tare du creuset en g

P1: prise d'essai en g

P2: poids du creuset et du résidu calciné en g

MSA : teneur en matière sèche analysée en %

I.8.4 Dosage de la cellulose brute (CB)

La cellulose brute est déterminée par la méthode de WEENDE qui consiste en une double hydrolyse (acide puis basique) sur 1g d'échantillon. Deux

extractions successives à chaud sont menées avec l'acide sulfurique puis la potasse. Après les deux hydrolyses, les échantillons ont été rincés plusieurs fois à l'acétone.

Le résidu après séchage à l'étuve à 105°C pendant 24 heures et calcination au four à 550°C pendant 3 heures a été pesé. La perte de poids après séchage et calcination représente la cellulose brute de l'échantillon (Lemal, 1989).

$$CB = \frac{P1 - P2}{PE \cdot MSA} \times 100$$

CB : teneur en cellulose brute (% de MS)

PE : prise d'essai en g

P1 : poids du creuset sorti de l'étuve en g

P2 : poids du creuset sorti du four en g

MSA: matière sèche analysée %

I.8.5 Détermination de la matière grasse (MG)

On a extrait la matière grasse par la méthode de FOLCH en mettant en contact 3g de l'aliment avec l'éther éthylique, placé dans une cartouche d'extraction. Le tout est monté sur l'appareil d'extraction et placé sur une plaque chauffante pendant 6 heures. L'extrait recueilli au fond du ballon après extraction est séché à l'étuve pendant une heure puis pesé (Lemal, 1989).

$$MG = \frac{\text{Ballon sec} - \text{ballon vide} + \text{pierre ponce}}{\text{Prise d'essai} \times \text{matière sèche \%}} \times 100$$

I.8.6 Détermination des protéines brutes (PB)

Pour déterminer les protéines brutes de l'aliment, nous avons utilisé la méthode de KJELDHAL (Lemal, 1989). L'échantillon est minéralisé par l'acide sulfurique pour libérer l'ammoniac qui a ensuite été distillé et recueilli dans l'acide borique puis titré par l'acide sulfurique 0,1N.

$$PB = \frac{14,01 \cdot N \cdot V}{10 \cdot PE} \times 6,25 \times \frac{100}{MSA} = 875,6 \times \frac{N \cdot V}{PE \cdot MSA}$$

PB : protéines brutes (en % de MS) N : normalité de la solution titrante

PE: prise d'essai MSA : teneur en matière sèche analytique (en %)

V: volume de la solution titrante nécessaire à l'obtention du virage de couleur (ml).

I.9 Analyses statistiques

Les données recueillies ont préalablement été saisies et codifiées dans Microsoft Excel, puis transférées dans XLSTAT et SPSS pour y être traitées. Le calcul des

moyennes, des écarts types, des maxima, minima ainsi que les analyses de variances (Test de Student-Newman-Keuls, $\alpha = 5\%$) s'est effectué à l'aide desdits logiciels.

CHAPITRE II: RESULTATS ET DISCUSSION

II.1 Ingestion de la matière sèche (MS)

L'évolution de l'ingestion alimentaire moyenne en fonction du type d'aliments étudiés est présentée dans les tableaux V et VI.

Tableau V: Ingestion de la matière sèche en g/kg P^{0,75} (Aliments démarrage)

Aliment	Témoin	R 25%	R 50%	R 75%
Glandless	74,83±8,59	75,97±2,95	76,63±6,20	79,83±2,37
Glanded	82,23±5,45	85,26±10,29	55,55±19,74	24,71±2,34

Tableau VI: Ingestion de la matière sèche en g/kg P^{0,75} (Aliments finition)

Aliment	Témoin	R 25%	R 50%	R 75%
Glandless	68,23±1,70	59,79±7,37	62,13±2,28	71,97±14,18
Glanded	51,98±6,49	46,71±3,77	26,59±1,45	14,18±4,18

L'analyse des tableaux V et VI montre que l'ingestion alimentaire varie entre les différents aliments glandless, aussi bien en phase démarrage que finition. Au sein de ces provendes et selon les taux d'incorporation, la différence est statistiquement significative ($P < 0,05$).

Cependant, pour les lots glanded, on constate une diminution progressive de la prise alimentaire dans les deux phases (tableaux V et VI). L'analyse de la variance (ANOVA) effectuée sur les moyennes de l'ingestion de la matière sèche des provendes démarrage et finition a révélée une différence hautement significative ($P < 0,05$) entre les taux d'incorporation d'amandes.

En outre, l'ingestion de la matière sèche augmente en fonction du taux de substitution d'amande de coton dans les rations sans gossypol. Ainsi, les quantités ingérées en phase démarrage varient de 75,97 à 79,83 g/kg P^{0,75}, respectivement, pour les aliments à 25% et 75% de substitution. Par contre, cette ingestion est de 59,79 et 71,97 g/kg P^{0,75}, respectivement pour les aliments à 25% et 75% de substitution à la phase finition.

Ces résultats confirment les observations faites par Jonston et Watts (1964), Dongmo et al., (1993a), sur des poussins de type chair. Ces derniers ont remarqué une ingestion et un gain de poids plus élevés avec du tourteau de coton glandless qu'avec de tourteau ordinaire. Aussi, l'expérience réalisée parallèlement à notre étude par Diaw (2007), sur la performance pondérale des poulets nourris avec des aliments contenant de l'amande de coton glandless dans les mêmes proportions confirme cette observation. Selon cet auteur, la substitution du tourteau d'arachide par l'amande de coton glandless dans les

proportions de 25, 50 et 75% entraîne un surcroît pondéral par rapport au témoin, respectivement de 28, 44 et 50%. L'incorporation de l'amande de coton «glandless» dans les provendes augmenterait l'appétence chez les animaux.

Avec les provendes glanded, la diminution de la prise alimentaire de la matière sèche est notoire. Cette diminution est d'autant plus importante que le taux d'incorporation d'amandes est élevé. Ainsi, les quantités ingérées sont de 85,26 et 24,71g/ kg p^{0,75} pour les taux de 25 et 75%, respectivement, en phase démarrage. Elle passe de 46,71 à 14,18g/ kg p^{0,75}, respectivement, pour le taux de substitution de 25 et 75% en phase finition. Ces résultats confirment également, l'étude réalisée parallèlement à notre expérience par Sy (2007) sur les effets de l'incorporation de l'amande de coton «glanded» dans les rations pour poulets de chair dans les mêmes proportions.

Husby et Kroening (1971) rapportés par Sy (2007) qui, remarquent que le remplacement du tourteau d'arachide ou du tourteau de soja par le tourteau de coton contenant de gossypol, entraîne une diminution de la consommation journalière d'aliment de 3,2 à 10,7 g/j.

La différence d'ingestion de la matière sèche observée entre les provendes «glandless» et «glanded», pourrait s'expliquer par l'effet de gossypol sur l'ingestion alimentaire qui diminue en fonction de l'augmentation de la teneur de celui-ci dans l'aliment (Annexes I et II).

Selon Sy (2007), l'incorporation du coton dans les rations des animaux entraîne une dépression de la croissance et fait apparaître des signes d'amaigrissement.

II.2 Digestibilité des différents nutriments

II.2.1 Digestibilité de la matière sèche

Les tableaux VII et VIII montrent les variations du coefficient de digestibilité de la matière sèche des aliments étudiés en fonction du taux de substitution d'amande de coton.

Tableau VII: Coefficient de digestibilité (CD) en % de la matière sèche (Aliments démarrage)

Aliment	Témoin	R 25%	R 50%	R 75%
Glandless	65,14 ± 3,04	64,27 ± 3,04	65,45 ± 2,34	65,59 ± 6,81
Glanded	64,83 ± 2,42	62,73 ± 2,09	57,74 ± 3,49	47,38 ± 7,29

Tableau VIII: CD en % de la matière sèche (Aliments finition)

Aliment	Témoin	R 25%	R 50%	R 75%
Glandless	66,12 ± 4,11	66,33 ± 5,66	67,75 ± 1,97	68,8 ± 4,71
Glanded	66,86 ± 2,71	62,57 ± 2,98	60,02 ± 3,70	57,69 ± 4,40

Les résultats représentés dans les tableaux VII et VIII montrent que la digestibilité de la matière sèche est presque identique, pour les aliments à base

de l'amande glandless (démarrage et finition). Toutefois, les valeurs obtenues sont statistiquement différentes les unes des autres ($P < 0,05$). Pour les aliments glanded, des différences significatives ($P < 0,05$) sont observées sur le taux d'incorporation de 12,50 et 18,75% en phase démarrage et finition (tableaux VII et VIII).

Nous constatons, d'une manière générale, que la digestibilité de la matière sèche varie d'un aliment à l'autre. Cette variation est d'autant plus remarquable avec les aliments glanded qu'avec les aliments glandless. Les aliments glandless finition ont présenté, en moyenne des digestibilités de la matière sèche plus élevées, avec 66,33, 67,75 et 68,80%, respectivement, pour les taux d'incorporation 25, 50 et 75% contre 66,12% pour le lot témoin de la même provende. En effet, dans les lots des aliments glanded, la digestibilité de la matière sèche régresse au fur et à mesure que le taux de substitution d'amande de coton augmente. Elle passe de 62,73; 57,74 et 47,38% pour les aliments glanded démarrage à 62,02; 60,02 et 57,69% pour les aliments glanded finition, respectivement, pour le taux de substitution 25, 50 et 75%.

La différence de la teneur en gossypol libre (Annexes I et II), entre les aliments glandless et les aliments glanded pourrait être à l'origine de cette variation.

II.2.2 Digestibilité de la matière organique

Les tableaux IX et X montrent l'évolution de la variation du coefficient de digestibilité de la matière organique des aliments étudiés en fonction du taux d'incorporation d'amande de coton.

Tableau IX: CD en p.100 de la matière organique (Aliments démarrage)

Aliment	Témoin	R 25%	R 50%	R 75%
Glandless	72,35 ± 2,12	71,43 ± 2,66	72,73 ± 2,07	73,3 ± 5,77
Glanded	71,61 ± 2,66	66,81 ± 2,08	60,83 ± 2,49	49,86 ± 7,95

Tableau X: CD en p.100 de la matière organique (Aliments finition)

Aliment	Témoin	R 25%	R 50%	R 75%
Glandless	72,58 ± 4,47	72,74 ± 4,94	74,04 ± 1,23	74,21 ± 3,78
Glanded	71,26 ± 3,68	64,08 ± 3,27	62,25 ± 2,41	55,49 ± 3,51

L'analyse des tableaux IX et X montre que la digestibilité de la matière organique varie pour les aliments glanded, mais ne varie pas pour les aliments glandless (démarrage et finition). L'ANOVA réalisée sur les moyennes obtenues a relevé une différence hautement significative ($P < 0,05$).

Comme dans le cas de l'ingestion et la digestibilité de la matière sèche, il ressort des résultats des tableaux IX et X, que les provendes glandless démarrage comme finition, présentent une digestibilité plus élevée que les provendes

glanded. L'aliment glandless finition à 75% de substitution, présente une digestibilité plus élevée que ceux des tous les autres aliments.

D'une façon générale, nous remarquons que la digestibilité de la matière organique est meilleure, en fonction d'augmentation du taux de substitution sur les aliments glandless et baisse sur les aliments glanded, inversement avec la teneur en gossypol (Annexes I et II).

II.2.3 Digestibilité de la matière grasse

Les tableaux XI et XII montrent la variation du coefficient de digestibilité de la matière grasse des aliments étudiés en fonction du pourcentage d'amande de coton.

Tableau XI: CD en p.100 de la matière grasse (Aliments démarrage)

Aliment	Témoin	R 25%	R 50%	R 75%
Glandless	67,37 ± 2,84	66,98 ± 2,81	68,8 ± 2,11	69,42 ± 6,05
Glanded	65,75 ± 2,36	62,79 ± 2,69	60,75 ± 3,24	56,51 ± 6,03

Tableau XII: CD en p.100 de la matière grasse (Aliments finition)

Aliment	Témoin	R 25%	R 50%	R 75%
Glandless	70,67 ± 3,65	70,51 ± 4,96	69,07 ± 1,84	71,4 ± 4,31
Glanded	67,22 ± 2,68	64,04 ± 2,86	60,28 ± 3,67	57,88 ± 4,38

L'analyse des résultats de ces tableaux (XI et XII) montre que, la meilleure digestibilité est obtenue avec les aliments glandless, alors qu'on constate une diminution de cette digestibilité en fonction du taux d'incorporation avec les aliments glanded.

En considérant les moyennes générales des coefficients de digestibilité, l'analyse de la variance a montrée des différences très significatives pour l'ensemble des provendes ($P < 0,05$) (tableaux XI et XII).

Conformément aux résultats précédents, la digestibilité de la matière grasse est plus élevée pour les provendes glandless que pour les provendes glanded. Cette digestibilité augmente avec le taux de substitution dans les aliments glandless. Elle varie entre 66,98 % et 69,42 % pour l'aliment démarrage et entre 70% et 71,4% pour l'aliment finition, respectivement, pour les taux de substitution 25 et 75%.

Par contre, elle diminue avec les aliments glanded aussi bien pour la phase démarrage que finition. Pour la phase démarrage, les résultats de digestibilité obtenus montrent des valeurs inférieures par rapport à ceux de provendes glandless. Par ailleurs, au niveau de ces aliments, la digestibilité diminue de 62,79% à 56,51%, respectivement, pour le taux de 25 et 75% de substitution. En

phase finition, la digestibilité passe de 64,04% à 57,88% respectivement pour le taux de 25 et 75% de substitution.

Le taux de gossypol élevé des aliments glanded, peut être à l'origine de la différence de variations de digestibilité de la matière grasse observées entre les deux aliments.

II.2.4 Digestibilité de l'énergie métabolisable

L'évolution de la teneur en énergie métabolisable des aliments étudiés calculée sur la base de la digestibilité de l'énergie, en fonction du taux d'incorporation d'amande de coton est présentée dans les tableaux XIII et XIV.

Tableau XIII: CD en p.100 de l'énergie métabolisable (Aliments démarrage)

Aliment	Témoin	R 25%	R 50%	R 75%
Glandless	74,5 ± 2,22	73,03 ± 2,29	75,72 ± 1,64	76,56 ± 4,64
Glanded	71,93 ± 1,68	67,22 ± 1,96	63,24 ± 3,03	53 ± 6,51

Tableau XIV: CD en p.100 de l'énergie métabolisable (Aliments finition)

Aliment	Témoin	R 25%	R 50%	R 75%
Glandless	76,01 ± 2,91	75,94 ± 4,04	77,3 ± 1,39	78,61 ± 6,03
Glanded	72,12 ± 2,28	65,05 ± 2,78	64,43 ± 2,85	62,44 ± 3,38

Les résultats de ces tableaux montrent que, la digestibilité de l'énergie est supérieure dans les aliments glandless, comparativement à celle de l'aliment glanded. Elle diminue avec le taux d'incorporation d'amande de coton sur les aliments glanded. La différence est statistiquement significative entre les provendes ($P < 0,05$) (tableaux XIII et XIV).

La digestibilité de l'énergie métabolisable dépend fortement de la nature des aliments (glandless, glanded) et varie avec le taux d'incorporation.

Dans les aliments glandless, la digestibilité de l'énergie métabolisable est presque identique mais, augmente légèrement avec le taux d'incorporation, pour les aliments démarrage et finition. Le contraire est observé avec l'aliment glanded où la présence du gossypol joue un rôle déterminant sur la capacité d'ingestion de l'aliment et, par conséquent, sur la digestibilité de l'énergie.

Les différences des digestibilités en énergie métabolisable observées entre les provendes glandless et les provendes glanded seraient vraisemblablement liées au taux d'incorporation d'amande.

La digestibilité de l'énergie métabolisable est d'autant plus importante que la teneur en gossypol de l'aliment est faible (Annexes I et II).

Larbier et Leclercq (1992) constatent que, contrairement aux autres volailles, les souches chair sont incapables de diminuer leur ingestion alimentaire quand la valeur énergétique de l'aliment augmente. Ces animaux consomment une quantité constante, quelque soit le niveau énergétique

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La substitution du tourteau d'arachide et/ou du soja par l'amande de coton est une alternative permettant aux producteurs de la filière avicole de réduire le coût de production et concilier, entre autre, la qualité et le prix du poulet.

En effet, le prix du tourteau d'arachide est plus élevé (200 Fcfa/kg) que la graine du coton (200 Fcfa/kg) et par conséquent la graine du coton est plus rentable que le tourteau d'arachide.

Cependant, cette est conditionnée par la présence ou l'absence du gossypol et le niveau d'incorporation de l'amande dans l'aliment.

L'incorporation de l'amande de coton dépourvue de gossypol «glandless» dans les provendes donne une bonne performance qui varie en fonction du taux de substitution. La meilleure ingestion et les meilleures digestibilités sont obtenues avec les aliments glandless titrant respectivement, 18,75%, 12,50%, et 6,25 % d'amande.

Ainsi, l'amande de coton sans gossypol peut être incorporé dans l'aliment volaille, jusqu'à un taux de 18,75% de substitution avec le tourteau d'arachide dans l'aliment démarrage et finition.

Par contre, l'utilisation d'amande de coton pourvue de gossypol «glanded» dans la ration de poulets de chair entraîne à la fois une réduction de la consommation, une mauvaise utilisation digestive des nutriments et une baisse de performance des animaux.

En conséquence, pour valoriser d'avantage les sous produits de coton, nous recommandons d'approfondir les connaissances, notamment:

- la détermination du taux réel du gossypol contenu dans les graines de coton cultivé au Sénégal;
- d'étudier l'effet de gossypol sur les autres monogastriques (pondeuses, cheval, et porc) ;
- d'étendre ces travaux sur d'autres matières premières, afin de créer un référentiel pour l'ensemble des produits disponibles localement;
- la promotion et l'extension de culture du coton de variété glandless;

BIBLIOGRAPHIE

1. **BOULEVANE O.Y., 2001.-** Diagnostic technique et alimentaire des fermes avicoles semi-industrielles de la zone périurbaine de Dakar. Mémoire: Ingénieur Agronome: ENSA (Thiès)
2. **BULDGEN A. et COMPERE R., 1984.-** Caractéristiques des troupeaux villageois des bovins Djakorés (Sénégal Oriental) *Tropicultura*, **2** (1): 10-15.
3. **CARDINALE E.; TALL F.; KANN P.E. et KONTE M., 2000.-** Consommation de poulets de chair au Sénégal et risque pour la santé publique : Gestion de la sécurité des aliments dans les pays en développement. Actes de l'atelier international, CIRAD-FAO, 11-13 décembre 2000, Montpellier, France, CIRAD-FAO.
4. **CISSE M. ; LY I.; NDOYE ND. et ARBELOT B., 1997.-** Caractéristiques analytiques des aliments de volailles commercialisés au Sénégal. *Rev. Méd. Vét.*, **148**: 883-892.
5. **DALAMBAYE R.B.F., 2002.-** Valorisation des résidus du cotonnier: études préliminaires. Mémoire : Ingénieur Agronome : ENSA (Thiès)
6. **DETHIER P., 1987.-** Étude de la valeur alimentaire des produits et sous produits disponibles au Sénégal pour l'alimentation des volailles. Mémoire de fin d'étude: faculté des sciences agronomiques de l'Etat-Gembloux
7. **DIAW E.M.T., 2007.-** Influence de la substitution du tourteau d'arachide par la fève de coton (glandless et glanded) en production de poulets de chair au Sénégal. Mémoire: DEA Agronomie: Gembloux (en cours de publication).
8. **DIENG A., 1998.-** Optimisation de la formulation des aliments pour volailles au Sénégal.- Actes des premières journées avicoles Sénégalaises, 27-28 Nov 1998.- Dakar.
9. **DIMI S.G.R., 1990.-** Étude des possibilités d'incorporation de graines de légumineuses dans l'alimentation de poulets de chair : cas de l'arachide et du niébé. Mémoire: Ingénieur Agronome: ENSA (Thiès)
10. **DONGMO T.; POUILLES-DUPLAIX M.; NGOU NGOUPAYOU J.D.; BLESBOIS E. et DE REVIERS M., 1993a.-** Utilisation du tourteau de coton dans l'alimentation des volailles. I. Étude zootechnique chez des reproducteurs de l'espèce *Gallus domesticus*. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **46** (4): 609-619.

11. **DONGMO T.; POUILLES-DUPLAIX M.; PICARD M.; MBI C. et DE REVIERS M., 1993b.**- Utilisation du tourteau de coton dans l'alimentation des volailles. II. Effet du gossypol sur les paramètres de la reproduction. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **46** (4): 621-630.
12. **FARINA L.; DEMEY F. et HARDOUIN J., 1991.**- Production de termites pour l'aviculture villageoise au Togo. *Tropicultura*, **9** (4): 181-187.
13. **FRANK Y., 1980.**- L'alimentation des poulets de chair et pondeuses.- Paris : ITAVI.- 37p.
14. **GILLES T., 1994.**- Le coton et ses co-produits en alimentation animale. [En ligne]. Alimentation animale (482) Accès internet: <http://www/traveaux/coton/tcoton.htm> (pages consultées en Novembre 2006)
15. **HOFMAN A., 2000.**- Impact de la semi-claustration et de la complémentation par une provende locale sur la productivité de la volaille locale. Thèse : Méd. Vét. : Université de Liège
16. **INSTITUT D'ELEVAGE ET DE MEDECINE VETERINAIRE DES PAYS TROPICAUX, 1991.**- Aviculture en zone tropicale.- 2^e éd.- Paris : Ministère des relations extérieures.- 186p.
17. **INSTITUT TECHNIQUE DE L'AVICULTURE, 1980.** L'alimentation rationnelle des poulets de chair et des pondeuses.- Paris : ITAVI.- 37p.
18. **INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE, 1989.** -L'alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volailles. -2^e éd. Paris.- 182p.
19. **ISSA Y., 1999.** Etude *in vitro* de la valeur énergétique de quelques plantes pastorales : *Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum*, *Aristida pungens*, *Salsola vermiculata* dans la région de Ain-Maabed (Djalfa-Algérie). Prévion de la valeur alimentaire. Mémoire : Ingénieur Agronome. ENSA (Tiaret)
20. **JONSTON C. et WATTS A.B., 1964.**- The chik feeding value of meals prepared from glandless cottonseed. *Poult. Sci.*, **43**: 957-963.
21. **KASSAMBRA, I., 1980.**- Etude de la valeur nutritive de la graine de coton destinée à l'alimentation des bovins. Mémoire DEA: Université de Paris VI.
22. **LARBIER M. et LECLERCQ B., 1992.**- Nutrition et alimentation des volailles.- Paris: INRA.- 355p.

23. **LECLERCQ B. et BEAUMONT C., 2000.-** Étude par simulation de la réponse des troupeaux de volailles aux apports d'acides aminés et de protéines. INRA Prod. Anim., **13**: 47-59.
24. **LEMAL D., 1989.-** Recueil des méthodes et techniques utilisées pour l'expérimentation en alimentation animale au DPA de l'INDR.- Thiès : INDR.- 46p.
25. **LE GRAND D., 1988.-** Situation actuelle de l'aviculture sénégalaise : types et méthodes d'élevage des poulets de chair et des pondeuses. Thèse: Méd. vét: Dakar.; 3
26. **LHOSTE P.; DOLLE V.; ROUSSEAU J. et SOLTNER D., 1993.-** Zootechnie des régions chaudes : les systèmes d'élevage.- Montpellier: CIRAD; Ministère de la Coopération.- 288p.
27. **MAMADOU S., 2007.-** Volaille : Les aviculteurs pour une stratégie de lutte contre les importations. [En ligne] Le soleil (N° 10982). Accès internet: <http://www.lesoleil.sn> (pages consultées en janvier 2007)
28. **MAHOUNGOU-MOUELLE N. M., 1996.-** Étude de la valeur alimentaire des principales céréales disponibles au Sénégal (mil, maïs, sorgho) chez le poulet de race locale et la pintade. Mémoire: Ingénieur Agronome: ENSA (Thiès)
29. **M'POUOK O., 1999.-** Qualités nutritionnelles des matières premières locales utilisables dans l'alimentation des volailles. Application à la formulation des rations. Thèse: Méd. vét: Dakar; 1
30. **NEISSEM T.D.T., 2005.-** Contribution à l'étude de la qualité nutritionnelle des aliments et matières premières utilisés en aviculture dans la zone périurbaine de Dakar. Mémoire DEA: EISMV (Dakar); 6
31. **PICARD M.; SAUVEUR B.; FENARDJI F.; ANGULO I. et MONGIN P., 1993.-** Ajustement technico-économiques possibles de l'alimentation des volailles dans les pays chauds. INRA Prod. Anim. **9** (2): 87-103.
32. **RIVIERE R., 1978.** Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical.- 2^{ème} éd.- Maison-Alfort: IEMVT.- 527p.
33. **SALL B., 1990.** Contribution à l'étude des possibilités d'amélioration de la production en aviculture traditionnelle : mesure du potentiel de la race locale et des produits d'un croisement améliorateur. Mémoire: Ingénieur Agronome: INDR (Thiès)

34. **SENEGAL. Ministère de l'Élevage: Centre National d'Aviculture, 2006.-** Statistiques 2005. Filière avicole moderne. Rapport annuel 2005 du CNA.-Dakar : CNA.- 10p.
35. **SY M., 2007.-** Effets de l'incorporation de l'amande de coton « glanded » dans les rations pour poulets de chair: Influence du gossypol sur les performances pondérales et la mortalité. Mémoire : Ingénieur Agronome: ENSA (Thiès)
36. **TACHER G.; RIVIERE R. et LANDRY C., 1985.-** L'utilisation du tourteau de coton sans gossypol dans l'alimentation de volailles de chair (97-111). In Colloque IDESSA-CIDT-TRITURAF : le cotonnier sans gossypol : une nouvelle ressource alimentaire. Abidjan, 26-27 Nov 1985.- 324p
37. **ZOURE H. G.M., 1991.-** Les tourteaux de Coton. Composition, Valeur Alimentaire: Dégradabilité des matières azotées. Mémoire : Diplôme d'Agronomie Approfondie: ENSA (RENNES)

Annexe I: matières premières et composition bromatologique (%) des aliments démarrage étudiés

Désignations	Glandless				Glanded			
	Témoin	R25%	R50%	R75%	Témoin	R25%	R50%	R75%
Aliments démarrage (%)								
Maïs	20	25	23	20	20	25	23	20
Mil	36,5	32,5	35	38,5	36,5	33,5	37	40,5
Tourteau d'arachide	25	18,75	12,5	6,25	25	18,75	12,5	6,25
Fève de coton	0	6,25	12,5	18,75	0	6,25	12,5	18,75
Farine de poisson	9	10	10,5	11	9	10	10,5	11
Phosphore tricalcique	1,24	0,3	0	0	1,24	0,3	0	0
Huile d'arachide	5	4	3	2	5	3	1	0
Lysine de synthèse	0,16	0,15	0,2	0,2	0,16	0,15	0,2	0,2
Méth. de synthèse	0,1	0,05	0,1	0,1	0,1	0,05	0,1	0,1
Macro-vitamix 5%	3	3	3,2	3,2	3	3	3,2	3,2
Composition calculée								
E.M. (Kcal/kg.MS)	3203	3215	3209	3199	3203	3218	3216	3270
PB (%)	23,71	23,74	23,77	23,72	23,71	23,75	23,77	23,58
Lysine (%)	1,24	1,28	1,38	1,42	1,24	1,28	1,38	1,42
Méthionine (%)	0,57	0,54	0,61	0,63	0,57	0,54	0,62	0,64
Ca (%)	1,81	1,52	1,49	1,52	1,81	1,52	1,49	1,52
Phosphore disp. (%)	0,62	0,54	0,58	0,67	0,62	0,54	0,58	0,67
EE (%)	9,73	9,7	9,61	9,52	9,73	9,75	9,71	10,63
FB (%)	5,16	5,18	5,16	5,13	5,16	5,23	5,25	5,23
Rapport EM/PB	135,13	135,42	135,04	134,91	135,13	135,56	135,32	138,69
Rapport Ca/P	2,91	2,79	2,56	2,26	2,91	2,79	2,56	2,26
Composition déterminée								
PB (%)	21,8	21,6	22,2	21	20,5	21,3	21,7	20
EE (%)	10,76	11,39	11,83	12,37	12,17	10,92	9,92	11,13
FB (%)	2,6	2,2	2,7	2,8	2,5	3,2	2,7	2,3
MS (%)	93,3	93,4	93,8	93,8	93,3	93,6	92,7	93,4
Ce (%)	8,8	8,4	8,1	8,1	6,3	7,6	7,5	8,8
Ca (%)	16,5	12,5	12,3	12,4	11,1	9,8	10	12,8
Phosphore disp. (%)	9,2	9,2	9,2	9,8	8,8	7,6	8,2	9,5
K (%)	5,6	5,5	5,7	4,9	5,6	5,4	5,6	5
Na (%)	1,5	1,5	1,5	1,3	1	0,8	0,9	1,3
Mg (%)	1,9	2	2,2	2,4	2,2	1,9	2,2	1,8
Gossypol total (ppm)	0	29,1	49,5	85,4	0	580,2	1930,4	2506,8
Gossypol libre (ppm)	0	0	0	0	0	562,2	1338,5	1750,6

MS: matière sèche Ce: cendre P : phosphore FB: fibre brute PB: protéines brutes EM : énergie métabolisable Mg: magnésium Na: sodium EE : extrait éthéré disp: disponible K: potassium Ca: calcium Méth: méthionine R: Aliments (% de substitution de l'amande)

Annexe II: matières premières et composition bromatologique (%) des aliments finition étudiés

Désignations	Glandless				Glanded			
	Témoin	R25%	R50%	R75%	Témoin	R25%	R50%	R75%
Aliments finition (%)								
Maïs	42	42	30	27	42	42	32	30
Mil	21	21,5	35,5	39	21	22,5	35	36
Tourteau d'arachide	25	18,75	12,5	6,25	25	18,75	12,5	6,25
Fève de coton	0	6,25	12,5	18,75	0	6,25	12,5	18,75
Farine de poisson	2,75	3,25	3,25	3,75	2,75	3,25	3,25	4,5
Phosphore tricalcique	1,5	1,5	0,5	0	1,5	1,5	0,5	0,25
Huile d'arachide	5	4	3	2	5	3	1	0
Lysine de synthèse	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Méth. de synthèse	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Macro-vitamix 5%	2,5	2,5	2,5	3	2,5	2,5	3	4
Composition calculée								
E.M. (Kcal/kg.MS)	3258	3248	3277	3267	3258	3251	3267	3291
PB (%)	20,49	20,36	20,49	20,5	20,49	20,36	20,43	20,54
Lysine (%)	0,94	0,97	1,01	1,08	0,94	0,98	1,04	1,15
Méthionine (%)	0,45	0,47	0,5	0,53	0,45	0,47	0,51	0,57
Calcium (%)	1,45	1,48	1,11	1,1	1,45	1,48	1,25	1,51
Phosphore disp. (%)	0,5	0,59	0,47	0,48	0,5	0,59	0,49	0,59
EE (%)	9,83	9,75	9,67	9,57	9,83	9,8	9,75	10,65
FB (%)	5,35	5,33	5,36	5,34	5,35	5,38	5,43	5,36
Rapport EM/PB	159,04	159,54	159,98	159,41	159,04	159,7	159,98	160,25
Rapport Ca/P	2,9	2,5	2,36	2,27	2,9	2,5	2,55	2,56
Composition déterminée								
PB (%)	16,3	19,7	18,4	18,2	19,5	17,4	18	19,5
EE (%)	7,25	10	11,27	11,39	9,98	9,64	6,61	6,78
FB (%)	3	3	3,1	2,7	2,7	2,3	2,6	3,2
MS (%)	93,3	92,9	93,3	93,2	93,7	93,3	93,2	93,7
Ce (%)	6,3	6,6	6,7	6,8	7,6	6,8	12,1	11,5
Ca (%)	8,1	8,2	8,7	11,5	10,2	8,9	11,7	16,7
Phosphore disp. (%)	7	7,4	7,7	7,7	8,3	7,2	7,7	9,1
K (%)	5,6	6,1	6	5,7	5,6	4,9	5,9	6
Na (%)	0,5	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,8	1,1
Mg (%)	1,9	2,4	2,2	2,3	1,8	1,8	2,3	2,6
Gossypol Total (ppm)	0	23,3	46,4	67,1	0	733,7	1807	2641,7
Gossypol libre (ppm)	0	0	0	0	0	527,9	1223,8	1551,9

<p>Qualité nutritionnelle des provendes a base d'amande de coton chez les poulets de chair: étude comparative des variétés « glandless » et « glanded »</p>	<p>Nutritional quality of food mode from cotton almond in broilers: comparative study of "glandless" and "glanded" varieties</p>
<p style="text-align: center;">Issa Youssouf Adoum Mémoire en DEA- Productions Animales</p> <p>Quatre tests sur la qualité nutritionnelle de deux variétés d'amande de coton avec gossypol (glanded) et sans gossypol (glandless), ont porté sur quarante (40) poulets de chair hybrides non sexés, âgés de 5 semaines, pesant 1,9 kg et répartis en huit (8) lots de cinq (5) individus dans de box individuels. L'aliment de base (démarrage et finition) est de composition identique pour tous les lots et ne se différencie que par le type d'amande de coton dont trois niveaux d'incorporation ont été étudiés : 6,25; 12,50 et 18,75% de la ration. En outre, l'effet de substitution du tourteau d'arachide par l'amande de coton est étudié pour chaque variété du coton, à trois niveaux : 25, 50 et 75% de substitution, successivement dans les aliments démarrage et finition.</p> <p>Les essais 1 et 3, respectivement, les provendes «glandless» et «glanded» de la phase démarrage, ont montré une différence significative ($P < 0,05$) entre les deux aliments selon le niveau d'incorporation sur la consommation alimentaire et entre les digestibilités de la MS, MO, MG, et EM.</p> <p>Les expériences 2 et 4, ont servi à tester l'effet de substitution de deux variétés d'amande de la phase finition. Il en résulte que les aliments sans gossypol, titrant 18,75; 12,5 et 6,25% d'amande, respectivement, ont donné des meilleurs résultats ($P < 0,05$) comparativement à ceux des provendes glanded de la même phase.</p> <p>Sur l'ensemble des tests, la meilleure consommation alimentaire et les meilleures digestibilités, sont obtenues avec les aliments glandless incorporés à 18,75% aussi bien en démarrage que finition.</p> <p>Mots clés: Qualité nutritionnelle; Amande de coton; substitution; Gossypol; Poulets de chair.</p>	<p style="text-align: center;">Issa Youssouf Adoum DEA- Animal Production</p> <p>Four tests on the nutritional quality of two varieties of cotton almond with gossypol (glanded) and without gossypol (glandless), were on forty (40) unsexed hybrid broilers, aged 5 weeks, weighing 1.9 kg and separated into eight (8) batches of five (5) each in individual boxes. The basic food (starting and completion) is of identical composition for all the batches and differs only by the variety of cotton almond for which three levels of incorporation were studied: 6.25; 12.50 and 18.75% of the ration.</p> <p>Moreover, the substitution effect of groundnut cake by cotton almond is studied for each variety of cotton, on three levels: 25.50 and 75% of substitution, successively in starter and finisher food.</p> <p>Tests 1 and 3, respectively, that is «glandless» and «glanded» foods of the starting phase, showed a significant difference ($P < 0,05$) between the two food depending on the incorporation level on the food consumption and between the digestibility's of MS, MO, MG, and EM.</p> <p>Experiences 2 and 4, served to test the effect of substituting the two varieties of cotton almond at the finishing phase. It results from three are that food without gossypol, containing 18.75; 12,5 and 6.25% almond respectively, gave better results ($P < 0,05$) compared with those of glanded at the same phase.</p> <p>Whole for the tests, the best food consumption and the best digestibility, are obtained with the food glandless incorporated at 18,75% at the well as at the finishing phase.</p> <p>Key words: Nutritional quality; Cotton almond; substitution; Gossypol; Broilers.</p>
<p>Adresse: B.P 3010 N'Djaména Tchad E-mail: issa_you@yahoo.fr</p>	<p>Address: B.P 3010 N'Djamena Chad E-mail: issa_you@yahoo.fr</p>