

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR
ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERINAIRES
(E.I.S.M.V.)



ANNEE : 2008

N° : 13

ESSAIS DE SUBSTITUTION DU MAÏS PAR LE SORGHO
ET EFFETS SUR LES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES
DES POULETS DE CHAIR

THÈSE

Présentée et soutenue publiquement le 29 Juillet 2008 devant la Faculté de Médecine, de Pharmacie et
d'Odonto-Stomatologie de Dakar

Pour obtenir le Grade de
DOCTEUR EN MEDECINE VETERINAIRE
(DIPLOME D'ETAT)

Par

Paul Armand AZEBAZE SOBGO

Né le 02 Mars 1981 à Yaoundé (République du Cameroun)

-----JURY-----

Président :	M. Emmanuel BASSENE	Professeur à la faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odontostomatologie de Dakar
Directeur et Rapporteur de Thèse :	M. Ayao MISSOHOU	Maître de Conférences Agrégé à L'E.I.S.M.V. de Dakar
Membres :	M. Germain Jérôme SAWADOGO	Professeur à l'EISMV de Dakar
	M. Yalace Yamba KABORET	Professeur à l'EISMV de Dakar

Co – directeur	M. Simplicie Bosco AYSSIWEDE	Assistant à l'EISMV de DAKAR
-----------------------	-------------------------------------	-------------------------------------



ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERNAIRES DE DAKAR

BP 5077 - DAKAR (Sénégal)
Tél. (221) 865 10 08 - Télécopie (221) 825 42 83

COMITE DE DIRECTION

LE DIRECTEUR

▫ **Professeur Louis Joseph PANGUI**

LES COORDONNATEURS

▫ **Professeur Moussa ASSANE**

Coordonnateur des Etudes

▫ **Professeur Malang SEYDI**

Coordonnateur des Stages et
de la Formation Post-Universitaire

▫ **Professeur Justin Ayayi AKAKPO**

Coordonnateur Recherches et Développement

Année Universitaire 2007 - 2008

I.1. PERSONNEL ENSEIGNANT

☞ **PERSONNEL ENSEIGNANT EISMV**

☞ **PERSONNEL VACATAIRE (PREVU)**

☞ **PERSONNEL EN MISSION (PREVU)**

☞ **PERSONNEL ENSEIGNANT CPEV (PREVU)**

A. DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET PRODUCTIONS ANIMALES

CHEF DE DEPARTEMENT : Ayao MISSOHOU ; Professeur

SERVICES

1. ANATOMIE-HISTOLOGIE-EMBRYOLOGIE

Serge N. BAKOU	Maître de conférence agrégé
Gualbert Simon NTEME ELLA	Assistant
Camel LAGNIKA	Docteur Vétérinaire Vacataire
Paul Fabrice SHE	Moniteur

2. CHIRURGIE –REPRODUCTION

Papa El Hassane DIOP	Professeur
Alain Richi KAMGA WALADJO	Assistant
Bilkiss V.M ASSANI	Docteur Vétérinaire Vacataire
Fabrice Juliot MOUGANG	Moniteur

3. ECONOMIE RURALE ET GESTION

Cheikh LY	Professeur
Adrien MANKOR	Assistant
Claude Michel WOMBOU TOUKAM	Moniteur

4. PHYSIOLOGIE-PHARMACODYNAMIE-THERAPEUTIQUE

Moussa ASSANE	Professeur
Rock Allister LAPO	Assistant
Clarisse INGABIRE	Moniteur

5. PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES

Germain Jérôme SAWADOGO	Professeur
Nongasida YAMEOGO	Assistant
Sylvain HABIMANA	Moniteur

6. ZOOTECHNIE-ALIMENTATION

Ayao MISSOHOU	Professeur
Simlice AYESEDEWEDE	Assistant
Sosthène HABUMUREMYI	Docteur Vétérinaire Vacataire
Francklin Noël JAOVELO	Moniteur

B. DEPARTEMENT DE SANTE PUBLIQUE ET ENVIRONNEMENT

CHEF DE DEPARTEMENT : Rianatou BADA ALAMBEDJI, Professeur

S E R V I C E S

1. HYGIENE ET INDUSTRIE DES DENREES ALIMENTAIRES

D'ORIGINE ANIMALE (HIDAOA)

Malang SEYDI	Professeur
Bellancille MUSABYEMARIYA	Assistante
Khalifa Babacar SYLLA	Assistant
David RAKANSOU	Moniteur
Gérard Guéboul DIOP	Moniteur

2. MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE-PATHOLOGIE INFECTIEUSE

Justin Ayayi AKAKPO	Professeur
Mme Rianatou ALAMBEDJI	Professeur
Philippe KONE	Assistant
Raoul BAKARI	Docteur Vétérinaire Vacataire
Abdel-Aziz ARADA IZZEDINE	Docteur Vétérinaire Vacataire

3. PARASITOLOGIE-MALADIES PARASITAIRES-ZOOLOGIE APPLIQUEE

Louis Joseph PANGUI	Professeur
Oubri Bassa GBATI	Maître-assistant
Koffi Benoît AMOUSSOU	Docteur Vétérinaire Vacataire
Dieudonné DOSSOU	Moniteur

4. PATHOLOGIE MEDICALE-ANATOMIE PATHOLOGIQUE - CLINIQUE AMBULANTE

Yalacé Yamba KABORET	Professeur
Yaghoubba KANE	Maître-assistant
Mireille KADJA WONOU	Assistante
Hubert VILLON	Assistant
Medoune BADIANE	Docteur Vétérinaire (SOVETA)
Omar FALL	Docteur Vétérinaire (WAYEMBAM)
Alpha SOW	Docteur Vétérinaire (PASTAGRI)
Abdoulaye SOW	Docteur Vétérinaire (FOIRAIL)
Ibrahima WADE	Docteur Vétérinaire Vacataire
Charles Benoît DIENG	Docteur Vétérinaire Vacataire
Arouna NJAYOUNGAPAGNA	Docteur Vétérinaire Vacataire
François Xavier NDUNGUTSE	Docteur Vétérinaire Vacataire

5. PHARMACIE-TOXICOLOGIE

Félix Cyprien BIAOU	Maître-Assistant (<i>en disponibilité</i>)
Gilbert Komlan AKODA	Assistant
Assiongbon TEKO AGBO	Assistant
Egide ISHIMWE	Moniteur
Fara Hanta RATALATA RALAIVAO	Monitrice

C. DEPARTEMENT COMMUNICATION

CHEF DE DEPARTEMENT : PROFESSEUR YALACE YAMBA KABORET

SERVICE

1. BIBLIOTHEQUE

Mariam DIOUF

Documentaliste

2. SERVICE AUDIO-VISUEL

Bouré SARR

Technicien

D. SCOLARITE

El Hadji Mamadou DIENG

Vacataire

Naomie KENMOGNE

Docteur Vétérinaire Vacataire

Aimable UWIZEYE

Moniteur

I.2. PERSONNEL VACATAIRE (PREVU)

1. BIOPHYSIQUE

Mamadou MBODJ

Maître-Assistant Faculté de Médecine UCAD

Boucar NDONG

Assistant Faculté de Médecine UCAD

2. BOTANIQUE

Kandouioura NOBA

Maître de Conférences (**Cours**)

Mame Samba MBAYE

Assistant (**TP**)

Faculté des Sciences et Techniques UCAD

3. AGRO-PEDOLOGIE

Fary DIOME

Maître-Assistant

Institut de Science et de la Terre (**IST**)

4. ZOOTECHNIE

Abdoulaye DIENG

Docteur Ingénieur

Enseignant à ENSA - THIES

Léonard Elie AKPO

Maître de Conférences

Faculté des Sciences et Techniques

UCAD

Alpha SOW

Docteur Vétérinaire Vacataire

5. H I D A O A

. NORMALISATION ET ASSURANCE QUALITE

Mme Mame S. MBODJ NDIAYE

Chef de la division Agro-Alimentaire de
l'Institut Sénégalais de Normalisation

. ASSURANCE QUALITE – CONSERVE DES PRODUITS DE LA PECHE

Abdoulaye NDIAYE

Docteur Vétérinaire
AMERGER

6. ECONOMIE

Oussouby TOURE

Sociologue

I.3. PERSONNEL EN MISSION (PREVU)

1. ANATOMIE

Mohamed OUSSAT

Professeur

Institut Agronomique et Vétérinaire

Hassan II Rabat (Maroc)

2. TOXICOLOGIE CLINIQUE

A. EL HRAIKI

Professeur

Institut Agronomique et Vétérinaire

Hassan II Rabat (Maroc)

3. PATHOLOGIE MEDICALE

Marc KPODEKON

Maître de Conférences Agrégé

Université d'ABOMEY-CALAVI

(Bénin)

4. PARASITOLOGIE

Sahdou SALIFOU

Maître de Conférences Agrégé

Université d'ABOMEY-CALAVI

(Bénin)

5. BIOCHIMIE

Georges Anicet OUEDRAOGO

Maître de Conférences Agrégé
Université de BOBO-DIOULASSO
(Burkina Faso)

6. H.I.D.A.O.A

Youssef KONE

Maître de conférences
Université de NOUAKCHOTT
(Mauritanie)

7. REPRODUCTION

Hamidou BOLY

Professeur
Université de BOBO-DIOULASSO
(Burkina Faso)

8. ZOOTECHNIE

Abdoulaye GOURO

Professeur
CIRDES de BOBO-DIOULASSO
(Burkina Faso)

I.4. PERSONNEL ENSEIGNANT CPEV (PREVU)

1. MATHEMATIQUES

Abdoulaye MBAYE
Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

2. PHYSIQUE

Issakha YOUM
Maître de Conférences (**Cours**)
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

André FICKOU
Maître-Assistant (**TP**)
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

3. CHIMIE ORGANIQUE

Abdoulaye SAMB
Professeur
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

4. CHIMIE PHYSIQUE

Abdoulaye DIOP
Maître de Conférences

Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

Rock Allister LAPO

Assistant (**TP**)
EISMV - DAKAR

5. BIOLOGIE VEGETALE

Aboubacry KANE

Maître-Assistant (**Cours**)

Ngansomana BA

Assistant Vacataire (**TP**)

Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

6. BIOLOGIE CELLULAIRE

Serge Niangoran BAKOU

Maître de conférences agrégé
EISMV - DAKAR

7. EMBRYOLOGIE ET ZOOLOGIE

Karomokho DIARRA

Maître de conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

8. PHYSIOLOGIE ANIMALE

Moussa ASSANE

Professeur
EISMV – DAKAR

9. ANATOMIE COMPAREE DES VERTEBRES

Cheikh Tidiane BA

Professeur

Faculté des Sciences et Techniques

UCAD

10. BIOLOGIE ANIMALE (T.P.)

Serge Niangoran BAKOU

Maître de conférences agrégé

EISMV - DAKAR

Oubri Bassa GBATI

Assistant

EISMV - DAKAR

11. GEOLOGIE

. FORMATIONS SEDIMENTAIRES

Raphaël SARR

Maître de Conférences

Faculté des Sciences et Techniques

UCAD

. HYDROGEOLOGIE

Abdoulaye FAYE

Maître de Conférences

Faculté des Sciences et Techniques

UCAD

12. CPEV TP

Naomie KENMOGNE

Docteur Vétérinaire Vacataire

Aimable UWIZEYE

Moniteur

REMERCIEMENTS

Notre sincère gratitude à tous ceux qui ont œuvré par leur conseils ou par leur soutien matériel à la réalisation de ce modeste travail.

Au Pr Ayao MISSOHOU

Au Dr Simplicie AYSSIWEDE

A Mr Bobacar HANE

A Mme Mariam DIOUF

Au Dr Gilbert AKODA

Au Dr GBATI

A mes ami (e)s Ndri marcel, Andela ABESSOLO, Sabine NGA, Marcel SANDEU,
Protais ETENE

Au Dr JAOVELO et sa femme

AUX Drs Tcheuffo Edimon,

A NOS MAITRES ET JUGES

A notre Maître et Président de jury, Monsieur Emmanuel BASSENE,

Professeur à la Faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie de Dakar,

C'est un grand privilège que vous nous faites en acceptant de présider notre jury de thèse.

Votre abord facile et la spontanéité avec laquelle vous avez répondu à notre sollicitation nous ont beaucoup marqués. Trouvez ici l'expression de notre profonde gratitude.

A notre Maître, Juge et Directeur de thèse, Monsieur Ayao MISSOHOU,

Maître de Conférences Agrégé à L'E.I.S.M.V. de Dakar.

Homme de sciences, vous avez conçu ce travail que vous avez dirigé avec dextérité, rigueur et ardeur. Vos conseils de maître averti ont guidé nos pas. Votre passion et votre abnégation pour un travail de qualité et sans délai, ont suscité notre admiration durant notre séjour dans votre service.

Cher maître, ce travail est d'abord le vôtre. Veuillez trouver ici, toute l'estime que nous vous portons et nos sincères remerciements.

A notre Maître et Juge, Monsieur, Germain Jérôme SAWADOGO

Professeur à l'EISMV de Dakar.

Délaissant vos occupations ô combien multiple, vous avez accepté de juger ce travail de thèse. Cher maître, nous en sommes ému. Cet honneur que vous nous faites ainsi est la preuve s'il en était encore besoin, de vos qualités intellectuelles et surtout humaines qui imposent respect et admiration.

Profonde gratitude, respectueuse considération et vive admiration.

A Notre Maître et Juge, Monsieur Yalacé Yamba KABORET

Professeur à l'EISMV de Dakar,

Professeur accompagnateur, vous avez permis à notre promotion de réaliser de grands projets.

Vous compter parmi les membres de notre jury de thèse nous réjouit. Nous gardons de vous l'image d'un maître attentionné et toujours disponible. Votre extrême sollicitude à l'endroit de vos étudiants, vos conseils de sage et la qualité de vos enseignements sont pour nous un trésor. Nous vous disons merci.

« Par délibération, la faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-stomatologie et l' Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar ont décidé que les opinions dans les dissertations qui leur seront présentées ne doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elles n'entendent donner aucune approbation ni improbation. »

LISTE DES SIGLES ET DES ABREVIATIONS

CB :	cellulose brute
C.U.D :	Coefficient d'Utilisation Digestive
C.M.V :	Compléments Minéraux Vitaminés
EB :	Energie Brute
EISMV :	Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar
EM :	Energie métabolisable
F.A.O :	Food and Agriculture Organisation
FCFA :	Franc des Communautés Financières de l'Afrique
g :	gramme
G.M.Q :	Gain Moyen Quotidien
GOANA :	Grande Offensive Agricole pour la Nourriture et l'Abondance
IEMVT :	Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire Tropicale
INRA :	Institut National de Recherche Agronomique
ISA :	Institut de Sélection Animale
J :	jour
kcal	Kilocalorie
Kg :	Kilogramme
m² :	Mètre carré
MAT:	Matière Azoté Totale
Me :	Maître
MG :	Matière Grasse
NMA :	Nouvelle Minoterie Africaine
MPB :	Matière Protéine Brute
MS :	matière sèche
ONIC :	Office National Interprofessionnel des Céréales
ppm :	partie par million
TDN :	Nutriment Digestible Total
USA:	United State of America
Vit :	Vitamine
°C :	Dégré Celsius

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Localisation et effets d'importantes enzymes participants à la digestion chez les volailles	6
Tableau II : Consommation d'eau et d'aliment en fonction de l'âge	11
Tableau III : Apport recommandé pour l'énergie et les protéines	12
Tableau IV : Apports recommandés en protéines et acides aminés pour le poulet non sexé ou mâle en démarrage et en croissance (en % du régime).....	14
Tableau V : Apports recommandés en protéines et acides aminés pour le poulet non sexé ou mâle en finition (en % du régime).....	16
Tableau VI : Recommandations en minéraux et vitamine pour les poulets de chair	20
Tableau VII : valeurs énergétiques et composition du maïs.....	28
Tableau VIII: Teneur du maïs en différents acides aminés.....	30
Tableau IX : Coefficients de digestibilité établis pour le maïs	31

Tableau X : valeurs énergétiques et composition chimique du sorgho.....	32
Tableau XI : Composition chimique de quatre souches de sorgho cultivées en 1976 au Sénégal	33
Tableau XII : Teneur du sorgho en différents acides aminés.....	34
Tableau XIII : Récapitulatif des essais de substitution du maïs par le sorgho	39
Tableau XIV : Composition des rations expérimentales	46
Tableau XV : Le plan de suivi prophylactique des poulets.....	49
Tableau XVI : Températures et hygrométrie hebdomadaire moyenne du bâtiment durant l'expérimentation	51
Tableau XVII : Paramètres de croissance obtenus en fonction des traitements----	54.
Tableau XVIII : Consommation alimentaire individuelle des poulets en fonction des traitements	56
Tableau XIX Analyse économique:	

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Schéma du tube digestif des poulets.....	1
Figure 2 : Schéma de la composition des aliments	7
Figure 3 : Notion de besoin nutritionnel	9
Figure 4 : Répartition des utilisations du maïs	28
Figure 5 : Evolution du poids des oiseaux en fonction des traitements au cours de l'expérimentation.....	54
Figure 6 : Evolution des GMQ en fonction des traitements	55
Figure 7 : Evolution de la consommation alimentaire individuelle des oiseaux en fonction des traitements	56
Figure 8 : Indice de Consommation alimentaire en fonction des traitements	57
Figure 9 : Poids carcasses obtenus en fonctions des traitements.....	58
Figure 10: Rendements carcasses obtenus en fonctions des traitements	58

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 Formation des parquets d'élevage et répartition des poussins:.....44

Photo 2 : Arrivée et démarrage des poussins 48

Photo 3 : Pesée individuelle 50

Photo 4 : Bagueage d'un poussin50

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	3
CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'ALIMENTATION DU POULET DE CHAIR AU SENEGAL	4
I.1. DIGESTION CHEZ LA VOLAILLE	4
I.2. GENERALITES SUR L'ALIMENTATION DES POULETS	7
I.3.BESOINS ALIMENTAIRES DU POULET DE CHAIR :.....	8
I.3.1. DIFFRENTS TYPES DE BESOINS ET RECOMMANDATIONS.....	9
I.3.1.1. Besoins en eau.....	9
I.3.1.2. Besoins en énergie.....	11
a). Souches.....	12
b). Régime alimentaire.....	13
c). Température ambiante	13
1.3.1.3. Besoins en protéines et acides aminés.....	13
a) Souches	17
b) Régime alimentaire	17
c) Température ambiante.....	17

1.3.1.4. Besoins en minéraux.....	17
1.3.1.5. Besoins en oligo-éléments et en vitamines	18
1.3.1.6. Besoins en cellulose.....	21
1.4 MATIERES PREMIERES COURAMMENT UTILISEES ET LEURS APPORTS	21
1.4.1. SOURCES D'ENERGIE.....	21
1.4.1.1. Céréales	21
1.4.1.2. Sous-produits des céréales.....	22
1.4.1.3. Matières grasses.....	22
1.4.2. SOURCES DE PROTEINES.....	23
1.4.2.1 Sources de protéines végétales	23
<i>1.4.2.1.1. Tourteau de soja</i>	<i>23</i>
<i>1.4.2.1.2. Tourteaux d'arachide et de coton.....</i>	<i>23</i>
<i>1.4.2.1.3. Levures.....</i>	<i>24</i>
1.4.2.2. Sources de protéines animales.....	24
<i>1.4.2.2.1. Farines de poisson.....</i>	<i>25</i>
<i>1.4.2.2.2. Farine de sang.....</i>	<i>25</i>
1.4.3. SOURCE DE MINERAUX ET DE VITAMINES	25

CHAPITRE 2 : MAÏS ET SORGHO DANS L'ALIMENTATION DU POULET DE CHAIR..... 27

2.1. VALEUR ALIMENTAIRE DU MAÏS ET DU SORGHO.....	27
2.1.1. VALEURS NUTRITIONNELLES DU MAÏS	27
2.1.1.1. Composition chimique du maïs.....	29
2.1.1.2. Valeur énergétique	29
2.1.1.3. Valeur Protéique	30
2.1.1.4. Digestibilité du maïs	30
2.1.2. VALEURS NUTRITIONNELLES DU SORGHO.....	31
2.1.2.1. Composition chimique du sorgho	32
2.1.2.2. Valeur énergétique	33
2.1.2.3. Valeur protéique.....	33
2.1.2.4. Minéraux et vitamines	34
2.1.2.5. Facteurs antinutritionnels	35
2.1.2.6. Digestibilité du sorgho.....	37
2.2. ADAPTATION DU SORGHO AU REGIME DES	
VOLAILLES.....	38
2.2.1. ESSAIS DE SUBSTITUTION DU MAÏS PAR LE SORGHO	38
2.2.2. CONSOMMATION ALIMENTAIRE ET INDICE DE CONSOMMATION	40
2.2.3. PERFORMANCES DE CROISSANCE ET D'ENGRAISSEMENT	40
2.2.4. RENDEMENT DE LA CARCASSE	41

2.2.5. VITALITE ET MORTALITE	41
------------------------------------	----

**DEUXIEME PARTIE : EVALUATION DE L'EFFET DE LA
SUBSTITUTION DU SORGHO PAR LE MAÏS SUR LES
PERFORMANCE ZOOTECHNIQUES DES POULETS DE CHAIR 42**

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODE..... 43

2.1. SITE DU TRAVAIL ET PERIODE D'ETUDE.....	43
--	----

2.2. CHEPTEL EXPERIMENTAL	43
---------------------------------	----

2.3. MATERIELS UTILISES	44
-------------------------------	----

2.4. RATION ALIMENTAIRE	45
-------------------------------	----

2.5. METHODE	45
--------------------	----

2.5.1. CONDUITE DES OISEAUX.....	45
----------------------------------	----

2.5.1.1. Préparation du local.....	47
------------------------------------	----

2.5.1.2. Arrivée et démarrage des poussins	47
--	----

2.5.1.3. Croissance et finition : Conduite de l'essai	50
---	----

2.5.1.3.1. Pesées hebdomadaires et détermination du rendement carcasse .	50
--	----

2.5.1.3.2. Mesure de la consommation alimentaire.....	51
---	----

2.5.2- ABATTAGE DES ANIMAUX	51
-----------------------------------	----

2.5.3 – CALCUL DES VARIABLES ZOOTECHNIQUES	51
--	----

2.6. ANALYSE STATISTIQUE DES RESULTATS.....	52
---	----

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS	53
2-1 RESULTATS :.....	53
2-1-1 EFFETS DE LA SUBSTITUTION SUR LA CROISSANCE	53
2-1-1-1 Le poids vif des oiseaux.....	53
2 -1-1-2 la vitesse de croissance des oiseaux.	55
2-1-2 EFFETS DE LA SUBSTITUTION SUR LA CONSOMMATION ET L’EFFICACITE ALIMENTAIRE	55
2-1-3 EFFETS DE LA SUBSTITUTION SUR LA CARCASSE	57
2-1-4 EFFET DE LA SUBSTITUTION SUR LA MORTALITE.....	59
2-1-5 DONNEES ECONOMIQUES	59
2.2. DISCUSSION	61
2.2.1 EFFET DE LA SUBSTITUTION SUR LE POIDS VIF CORPOREL ET LE GAIN MOYEN QUOTIDIEN	61
2.2.2 EFFETS DE LA SUBSTITUTION SUR LA CONSOMMATION ET L’INDICE DE CONSOMMATION	62
2.2.3 EFFETS DE LA SUBSTITUTION SUR LA CARCASSE	63
2.3 RECOMMANDATIONS	63
2.3.1 RECOMMANDATION EN DIRECTION DES AGRICULTEURS.....	63

2.3.2 RECOMMANDATION EN DIRECTION DES FABRIQUANTS D'ALIMENT ET ACTEURS DE L'ALIMENTATION ANIMALE.....	64
II.3.3 RECOMMANDATION EN DIRECTION DE L'ETAT	64
CONCLUSION	65
BIBLIOGRAPHIE	67

INTRODUCTION

La filière avicole, plus particulièrement l'aviculture moderne, est apparue au cours de ces dernières années comme une solution attractive pour satisfaire la demande sans cesse croissante en protéine d'origine animale. Elle occupe une place de choix dans le secteur de l'élevage au Sénégal, et cette place de choix repose sur son prix bas, l'absence d'interdit religieux à son encontre et ses qualités nutritionnelles. A cela s'ajoute la facilité de sa production, la volaille étant une espèce à cycle d'élevage court.

Le principal intrant utilisé en aviculture moderne en Afrique est le maïs. L'importance du maïs comme céréale de choix réside dans le fait qu'il est dépourvu de tanins (substance antinutritionnelle) mais aussi en raison de sa plus grande valeur énergétique par rapport aux autres céréales.

De nos jours, avec le problème de crise alimentaire mondiale combinée aux problèmes énergétiques, le maïs devient de plus en plus sollicité pour l'alimentation humaine et la production de bio-carburants. Cette situation entraîne des difficultés d'approvisionnement de cet intrant en aviculture moderne. De ce fait il est nécessaire de développer des alternatives. Sur le marché céréalier le sorgho est plus disponible et entre moins en concurrence avec l'aliment maïs. Selon **Hancock et al. (2007)**, le sorgho a une valeur alimentaire similaire à celle du maïs. Cependant, peu d'études existent sur les performances zootechniques obtenue avec une ration à base de sorgho sont encore limitées ; raison pour laquelle cette étude à été conduite

L'objectif général de ce travail est d'étudier les effets de la substitution du maïs, voire son remplacement par le sorgho local sur les performances zootechniques des poulets de chair. Les objectifs spécifiques sont :

- Evaluer l'effet de la substitution du maïs par le sorgho sur le poids vif ;

- évaluer l'effet de la substitution du maïs par le sorgho sur le Gain moyen quotidien ;
- évaluer l'effet de la substitution du maïs par le sorgho sur l'indice de consommation.

Ce travail comprend deux (2) parties :

- Une partie bibliographique composée de deux (2) chapitres dont le premier traite de la digestion et de l'alimentation des poulets de chair tandis que le deuxième aborde l'utilisation du maïs et du sorgho dans l'alimentation des poulets de chair.
- Une partie expérimentale dans laquelle l'effet de la substitution du maïs par le sorgho sur les performances zootechniques des poulets de chair a été étudié. Dans le premier chapitre la méthodologie utilisée a été décrite et les résultats et discussions sont présentés dans le second chapitre.

I^{ère} PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

- **Chapitre 1 : Digestion et alimentation du poulet de chair**
- **Chapitre 2 : Mais et sorgho dans l'alimentation du poulet de chair**

CHAPITRE 1 : DIGESTION ET ALIMENTATION DU POULET DE CHAIR

1.1 DIGESTION CHEZ LA VOLAILLE

Il est avant tout utile de rappeler que les oiseaux sont homéothermes, et aussi polygastriques. Les poulets de chair ont un appareil digestif qui comporte les organes successifs suivants : le Bec, le Jabot, le proventricule, le gésier, l'intestin, le cloaque et l'anus ; auxquels sont annexées deux glandes importantes : le foie et le pancréas comme l'indique la figure 1.

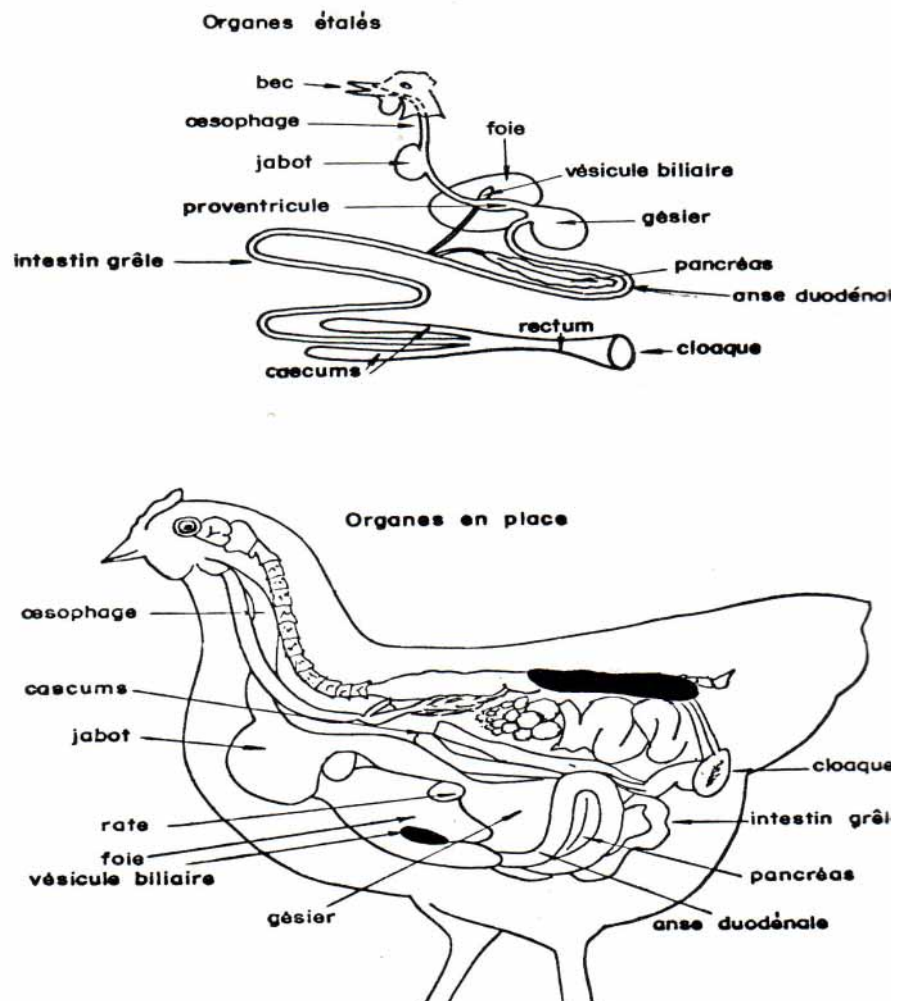


Figure : 1 Schéma du tube digestif des poulets

Les aliments ingérés doivent franchir cette barrière digestive avant de parvenir aux cellules, après action des enzymes sous forme d'éléments assimilables. En effet, le bec ne joue qu'un rôle de préhension des aliments. Ces derniers sont déglutis avec le concours de la salive riche en mucus.

Après un bref passage dans l'œsophage, les aliments ingérés arrivent dans le jabot qui assure un rôle de stockage, de ramollissement des aliments (grâce aux liquides de la salive, les sécrétions oesophagiennes et ingluviales) et de régulation du remplissage de l'estomac (**Kolb, 1975**). Selon le même auteur la sécrétion du jabot est riche en mucus et contient très peu d'enzyme.

Les aliments restent peu de temps dans le proventricule où ils subissent l'action du suc gastrique tandis que le gésier assure un rôle de broyeur. C'est à ce niveau que les aliments déglutis sont broyés, concassés avant de passer dans l'intestin grêle. Ce dernier est le lieu de transformation des aliments en nutriment sous l'action du suc intestinal. Cette dégradation des aliments est achevée dans les coeca grâce à la microflore de ses réservoirs (**Kolb, 1975**).

Selon **Schwarz et al. (1987)**, l'action des enzymes débute dans le jabot et s'achève dans l'intestin grêle. Plusieurs enzymes interviennent et agissent sur divers substrats pour donner des produits intermédiaires ou finaux, simples et assimilables. Le tableau I résume la localisation et l'effet de différentes enzymes participant à la digestion des aliments chez les volailles.

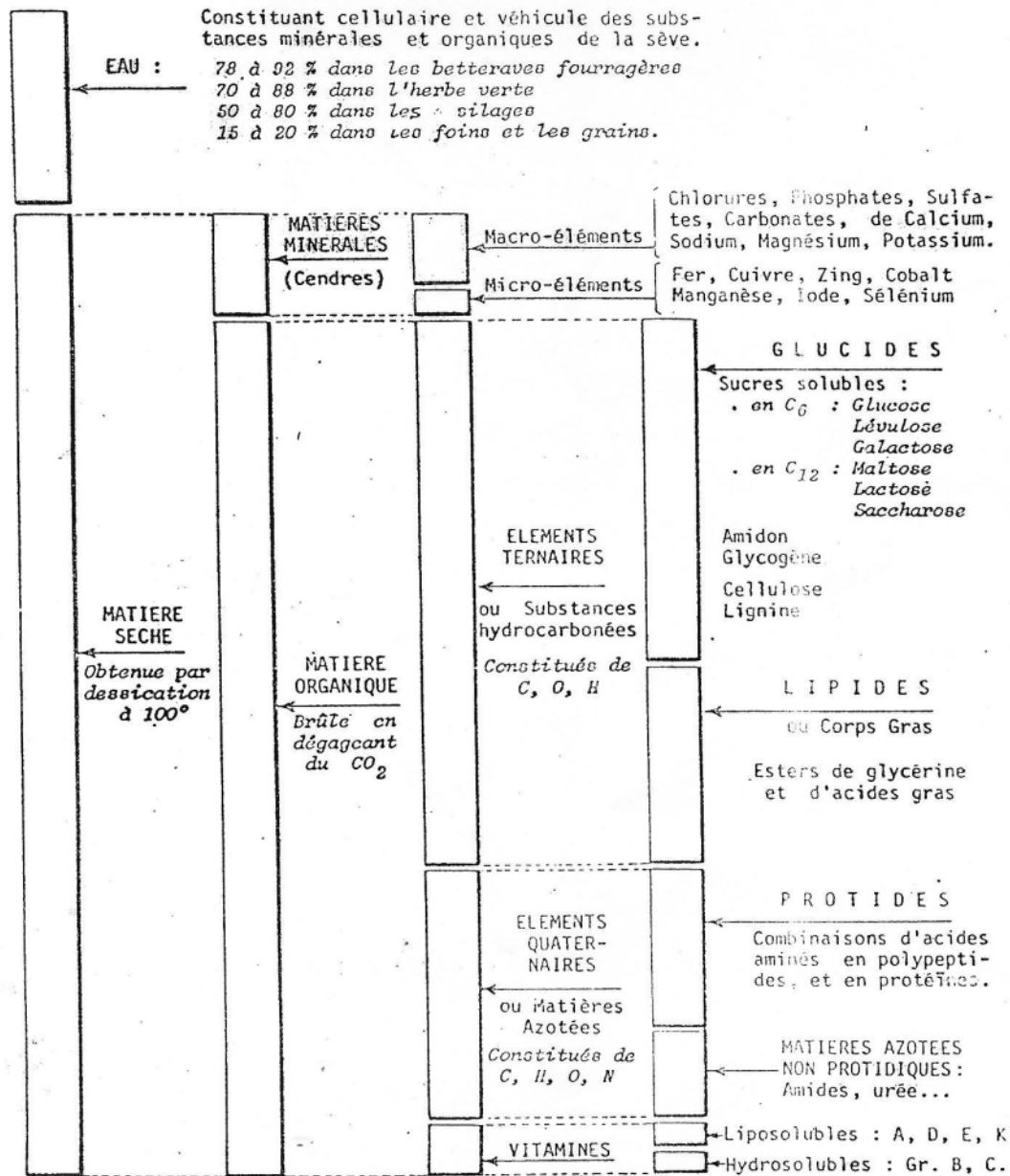
Tableau I : Localisation et effets d'importantes enzymes participants à la digestion chez les volailles

Organe	Localisation (Sucs)	Enzymes	Substrats	Produits intermédiaires ou finaux
Jabot	Salive	Amylase	Amidon	Maltose
Proventricule	Suc gastrique	Pepsine	Protéines	Polypeptide
Gésier		Pepsine des glandes gastriques	Protéines	Polypeptides
Pancréas	Suc pancréatique	Trypsine Chymotrypsine Carboxypeptidase Amylase Lipase	Protéines Polypeptides Protéines Polypeptides Peptides Protéines Amidon triglycéride	Acides aminés Acides aminés Acides aminés Maltose a-dextrine di-mono glycéride
Intestin grêle	Suc intestinal	Maltase Saccharase a-dextrinase aminopeptidases dipeptidase	Maltose Saccharose a-dextrine peptide dipeptides	Glucose Monosaccharide Glucose Acides aminés Acides aminés

Source : Schwarz et al. (1987)

1.2. GENERALITES SUR L'ALIMENTATION DES POULETS

La formulation des aliments consiste à déterminer la composition d'une ration pour obtenir au moindre coût les caractéristiques nutritionnelles recherchées. Cela suppose la connaissance des besoins et du métabolisme de l'animal, ainsi que la composition des matières premières utilisables (figure 2).



Source : Dieng (2006)

Figure 2 : Schéma de la composition des aliments

Selon **Sanofi (1996)**, la formulation doit tenir compte des contraintes suivantes :

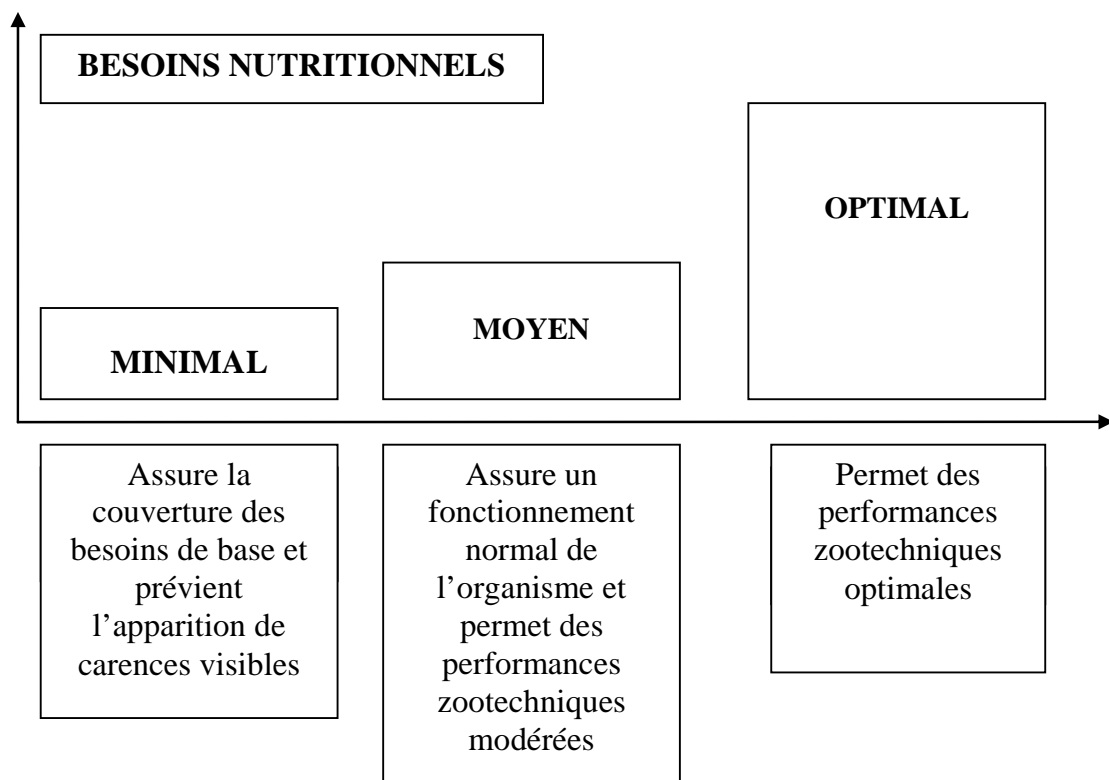
- zootechniques : taux minima ou maxima d'incorporation à respecter pour atteindre les performances recherchées ;
- technologiques : l'incorporation trop élevée de certaines matières premières (graisses, mélasses) peut nuire à la présentation et à la manipulation de l'aliment ;
- économiques : le coût fluctuant de nombreuses matières premières rend leur utilisation plus ou moins judicieuse ;
- de disponibilité : l'approvisionnement irrégulier ou insuffisant peut bloquer l'utilisation de matières premières ;
- d'enchaînement : il faut éviter les variations brutales de composition de l'aliment, souvent à l'origine de diarrhées en élevage.

Une ration équilibrée favorise donc la croissance optimale de l'animal. Selon **Ciewe (2006)**, chez le poulet de chair, la croissance est liée à la teneur en énergie de la ration. Un taux élevé d'énergie (à partir de 3200 kcal EM/kg d'aliment) augmente la vitesse de croissance mais également l'adiposité de la carcasse. Seule une augmentation du taux de protéines (jusqu'à 28-30 %) permet alors de réduire efficacement cet engraissement excessif. En fait, l'énergie apportée par la ration dépend du coût de la calorie et des objectifs de poids et de qualité de carcasse voulus. Elle doit couvrir les besoins des sujets.

1.3. BESOINS ALIMENTAIRES DES POULETS DE CHAIR

La connaissance des besoins alimentaires des poulets de chair est à la base de leur alimentation rationnelle. Selon **Diop (1982)**, le besoin d'un animal en un nutriment donné, est la quantité optimale de ce nutriment qui assure, lorsque tous les facteurs nutritionnels sont fournis en quantité suffisante, une croissance

normale et empêche en même temps l'apparition de tout symptôme de carence alimentaire. Cette notion de besoin n'est pas absolue, elle fait obligatoirement référence à un critère ou à un objectif : gain de poids recherché, indice de consommation souhaité, qualité de la carcasse désirée. Comme le montre la figure 3, le besoin nutritionnel est relatif aux objectifs zootechniques recherchés.



Source : SANOFI (1996)

Figure 3 : Notion de besoin nutritionnel

1.3.1. DIFFERENTS TYPES DE BESOINS ET RECOMMANDATIONS

1.3.1.1 Besoins en eau

L'eau est l'un des éléments nutritifs les plus importants des volailles. La consommation d'aliment est conditionnée par celle de l'eau : une sous-alimentation en eau provoque une baisse de la consommation alimentaire et la réduction du gain de poids. Cela peut être dû à un problème d'appétence (solution médicamenteuse, eau trop chaude ou de mauvaise qualité) ou de stress

(vaccination, transfert, maladie, densité élevée), ou à une insuffisance d'abreuvoirs. La réduction de la prise alimentaire et de la croissance ainsi engendrée est proportionnelle au degré de la réduction hydrique. Selon **Kellerup et al.** cités par **Ferrando (1969)**, une restriction d'eau de 50 % de la consommation *ad libitum* fait baisser la prise alimentaire de 111 g/jour à 75 g/jour chez le poulet. La surconsommation d'eau peut être causée par une augmentation de température, une teneur en sel de l'eau ou de l'aliment trop élevée (**Institut de Sélection Animale, 1985**) ou être consécutive à un début de diarrhée. De même, la teneur en protéines de l'aliment modifie l'ingestion d'eau (**Larbier et al., 1991**). Selon **Scott (1976)**, les aliments riches en protéines conduisent à une légère surconsommation d'eau qui s'expliquerait par les mécanismes de digestion protéique et d'excrétion rénale d'acide urique. En effet, les oiseaux ont la particularité physiologique de résorber l'eau des urines lorsqu'ils n'en disposent pas en abondance pour leur abreuvement. Cette eau remonte le long du colon, provoquant la précipitation de l'acide urique sous forme d'urates (**Larbier et al., 1991**).

En général, les volailles consommeraient environ deux fois plus d'eau que d'aliments, comme le montre le tableau II.

Tableau III : Consommation d'eau et d'aliment en fonction de l'âge

Age (j)	Poids moyen (g)	Indice de consommation	Aliment ingéré/j (g)	Eau ingérée/j (g)	Rapport Eau/aliment
7	180	0,88	22	40	1,8
14	380	1,31	42	74	1,8
21	700	1,40	75	137	1,8
28	1080	1,55	95	163	1,8
35	1500	1,70	115	210	1,8
42	1900	1,85	135	235	1,8
49	2250	1,95	155	275	1,8

Source : Quemeneur (1988)

1.3.1.2 Besoins en énergie

L'énergie sert à couvrir les besoins énergétiques d'entretien que sont le métabolisme de base, la thermogénèse adaptative, l'extrachaleur et l'activité physique d'une part, et les besoins énergétiques de croissance, d'autre part. Le développement corporel du poulet est d'autant plus rapide que la consommation quotidienne d'énergie métabolisable est élevée. Selon L'INRA (1989), le premier besoin de l'animal concerne ses dépenses énergétiques car après l'eau, les constituants énergétiques sont ceux dont la privation affecte le plus rapidement la santé de l'animal et sa survie. Cette énergie contenue dans l'alimentation s'exprime en unité d'énergie métabolisable par unité de poids d'aliment (kilojoule / gramme ou kilocalorie / kilogramme). L'énergie disponible pour les besoins métaboliques de l'animal (entretien et production) est appelée énergie métabolisable (énergie brute ingérée moins énergie perdue dans les fèces, l'urine et les gaz); en d'autres termes, c'est la portion de l'aliment

dont dispose le poulet pour produire de la chair, conserver ses fonctions vitales et sa température (Smith, 1992). Selon Anselme (1987), Les besoins énergétiques des poulets sont compris entre 3000 et 3200 kcal/kg d'aliment avec un minimum de 3100 kcal/kg au démarrage (0-4 semaines) et 3000 kcal/kg en finition. Cependant, des facteurs tels que la souche, le régime alimentaire et la température ambiante peuvent influencer les besoins énergétiques.

a) Souches

Selon IEMVT (1991), une souche est une population issue d'un petit nombre de sujets, isolée au sein de la race, et qui se reproduit avec des caractères bien fixés, à l'origine d'aptitudes bien déterminées. L'influence de la souche sur les besoins énergétiques est bien connue. En effet, les souches légères ont besoins de moins d'énergie que les souches mi lourdes comme le montre le tableau III.

Tableau III : Apport recommandé pour l'énergie et les protéines

	Souches				
	Légères			Mi-lourdes	
Consommation journalière (g)	90	100	110	120	130
Energie métabolisante (kcal/kg d'aliment)	3100/3200	3000/3100	3000	2800/2900	2700/2800
Protéines brutes (% d'aliment)	18	16,5	15,5	14,5	14
Méthionine (% d'aliment)	0,39	0,36	0,33	0,32	0,30
Méthionine + cystine (% d'aliment)	0,71	0,65	0,60	0,57	0,54
Lysine (% d'aliment)	0,79	0,72	0,66	0,61	0,57

Source : IEMVT (1991)

b) Régime alimentaire

Les travaux menés par l'**INRA (1984)** nous rapportent que le régime alimentaire influence les besoins énergétiques. De plus, **Anselme (1987)** constate que lorsque l'aliment est granulé, le seuil énergétique est abaissé à 2850 kcal/kg au lieu de 3200 kcal/kg pour un aliment en farine.

c) Température ambiante

Selon **Smith (1992)**, les poulets de chair s'alimentent pour satisfaire leurs besoins énergétiques. Or la température ambiante influe sur la prise alimentaire. En effet, en climat chaud, les poulets de chair diminuent leur niveau de consommation. Le phénomène inverse est observé en climat froid. En climat chaud, 3000 kcal/kg serait un niveau énergétique suffisant pour obtenir de bonne croissance (**Anselme, 1987**).

1.3.1.3 Besoins en protéines et acides aminés

Les protéines sont constituées par l'association d'acides aminés. Les besoins en protéines d'un oiseau sont compensés par un certain apport de chaque acide aminé essentiel, ainsi qu'un apport suffisant en composés azotés à partir desquels les acides aminés non essentiels peuvent être synthétisés (**Smith, 1992**).

Les tableaux IV et V montrent pour différents niveaux énergétiques les teneurs minimales en acides aminés permettant une croissance optimale compte tenu de l'âge et du sexe.

Tableau IV : Apports recommandés en protéines et acides aminés pour le poulet non sexé ou mâle en démarrage et en croissance (en % du régime)

Taux énergétique (Kcal) EM/kg		2900	3000	3100	3200
Acides aminés (%)					
D E M A R R A G E	MAT	21,5	22,20	23,00	23,70
	Lysine	1,12	1,16	1,20	1,24
	Méthionine	0,47	0,48	0,50	0,52
	Méthionine + Cystine	0,84	0,87	0,90	0,93
	Thréonine	0,67	0,70	0,72	0,74
	Tryptophane	0,22	0,23	0,24	0,25
	Arginine	1,21	1,26	1,30	1,34
	Leucine	1,57	1,63	1,68	1,73
	Isoleucine	0,89	0,92	0,95	0,96
	Valine	0,98	1,01	1,04	1,08
	Histidine	0,45	0,46	0,48	0,50
	Phénylalanine	0,79	0,82	0,84	0,87
	Phénylalanine + Tyrosine	1,50	1,55	1,60	1,65
	Glycine + Sérine	1,87	1,94	2,00	2,06

C R O I S S A N C E	MAT optimum	19,60	20,40	21,00	21,70
	MAT minimum	16,80	17,40	18,00	18,60
	Lysine	0,98	1,02	1,05	1,08
	Méthionine	0,43	0,45	0,46	0,47
	Méthionine + Cystine	0,75	0,77	0,80	0,83
	Thréonine	0,59	0,61	0,63	0,65
	Tryptophane	0,19	0,20	0,21	0,22
	Arginine	1,03	1,06	1,10	1,14
	Leucine	1,38	1,42	1,47	1,52
	Isoleucine	0,78	0,80	0,83	0,86
	Valine	0,86	0,89	0,92	0,95
	Histidine	0,39	0,41	0,42	0,43
	Phénylalanine	0,69	0,72	0,74	0,76
	Phénylalanine + Tyrosine	1,31	1,35	1,40	1,45
Glycine + Sérine	1,64	1,69	1,40	1,81	

Source: INRA (1979)

Tableau V : Apports recommandés en protéines et acides aminés pour le poulet non sexé ou mâle en finition (en % du régime)

	Taux énergétique Kcal EM/kg Acides aminés (%)	2900	3000	3100	3200
F I N I T I O N	MAT optimum	18,20	18,90	19,50	20,10
	MAT minimum	14,80	15,30	15,80	16,30
	Lysine	0,80	0,82	0,85	0,88
	Méthionine	0,32	0,33	0,34	0,35
	Méthionine + Cystine	0,59	0,61	0,64	0,67
	Thréonine	0,48	0,49	0,51	0,53
	Tryptophane	0,16	0,16	0,17	0,18
	Arginine	0,86	0,89	0,92	0,95
	Leucine	1,11	1,15	1,19	1,23
	Isoleucine	0,63	0,65	0,67	0,69
	Valine	0,55	0,57	0,59	0,61
	Histidine	0,32	0,33	0,34	0,35
	Phénylalanine	0,69	0,72	0,74	0,76
	Phénylalanine + Tyrosine	1,06	1,09	1,13	1,17
	Glycine + Sérine	1,33	1,37	1,42	1,47

Source: INRA (1979)

MAT: Matière Azoté Totale

Les besoins en protéines et en acides aminées variant en fonction des facteurs tels que la souche, le régime alimentaire et la température ambiante.

a) Souches

Les besoins protéiques sont élevés chez les souches légères et faibles chez les souches mi lourdes comme nous le montre le tableau III (Page 12).

b) Régime alimentaire

La préparation des aliments en granulés réduit la consommation en protéines des poulets de chair. En effet, la préparation des aliments en granulés nécessite un chauffage (70 – 80°C) qui détruit les protéines et les acides aminés par la réaction dite de maillard (**Larbier et Leclercq 1992**). Il est recommandé, lorsque les aliments sont présentés en granulés, d'apporter un complément en protéines et acides aminés.

c) Température ambiante

Comme nous l'avons évoqué plus haut, sous l'effet de la température ambiante, l'ingéré énergétique peut varier. Ainsi, on observe une diminution de la consommation alimentaire en période de forte chaleur, entraînant ainsi un apport insuffisant en nutriments essentiels : protéines, acides aminés, vitamines...

Anselme (1987) conseille donc d'augmenter le taux des protéines de 10% à la valeur usuelle en climat chaud.

1.3.1.4. Besoins en minéraux

Ce sont des constituants essentiels du tissu osseux (calcium, phosphore) ou de l'équilibre osmotique de l'animal (sodium, chlore, potassium). Selon **Ferrando (1969)**, les plus importants sont le phosphore et le calcium qui jouent un rôle essentiel aussi bien dans l'équilibre humoral que dans la formation du squelette et de la coquille. Toute recommandation en minéraux doit tenir compte d'abord

du niveau de production des animaux, puis des facteurs externes pouvant altérer l'ingéré alimentaire. Dans une moindre mesure, l'apport en manganèse peut également affecter l'assimilation du calcium et du phosphore (**Smith, 1992**).

Mabalo (1993) qui a travaillé sur les poulets de chair en milieu sahélien, a trouvé que le rapport calcium phosphore le plus favorable à une bonne rétention osseuse du calcium et du phosphore semble se situer entre 2 et 3.

Le tableau IV donne les rapports en calcium et en phosphore en fonction des niveaux énergétiques de la ration.

1.3.1.5. Besoins en oligo-éléments et en vitamines

Les oligo-éléments sont présents dans l'organisme en faible quantité ou à l'état de traces et sont indispensables au déroulement de nombreuses réactions biochimiques du métabolisme. Il s'agit du fer, du cuivre, du zinc, du manganèse, du sélénium, de l'iode, du fluor, du cobalt et du magnésium.

Les vitamines sont des éléments organiques agissant également à des doses infimes et indispensables au métabolisme, à la protection de l'organisme et à une bonne production. Certains facteurs entraînent une augmentation directe des besoins en vitamines. Il s'agit :

- *des températures élevées* qui causent une baisse nette de l'ingéré alimentaire, donc de l'apport en vitamines ;
- *de la teneur énergétique de la ration* dont l'augmentation entraîne la baisse de l'ingéré alimentaire. En outre, l'accroissement de la valeur énergétique de la ration provoque une augmentation spécifique des besoins en vitamines B1, B2, et acide pantothénique qui participent aux réactions du métabolisme énergétique ;

- *de l'addition de graisse à la ration* qui accroît les besoins en vitamines E dont l'activité anti-oxydante permet de limiter la formation de peroxydes toxiques pour la cellule et qui dégradent les vitamines A, D et K ;
- *de la teneur en protéines de l'aliment* dont la baisse augmente les besoins en vitamine A, l'absorption de cette dernière étant liée à l'apport protéique ;
- *des conditions d'élevage*, en particulier le stress qui est un mécanisme consommateur d'énergie et de vitamines. Dans ce cas, les apports de vitamines peuvent devenir insuffisants par rapport aux besoins réels.

On peut noter une augmentation indirecte de ces besoins en cas de biodisponibilité réelle faible des vitamines de la ration ou lorsqu'elles sont détruites soit lors des opérations de fabrication et de stockage de l'aliment soit par les parasites intestinaux. C'est aussi le cas en présence des antagonistes et des antimétabolites qui inactivent les vitamines dans l'aliment et même lors de formulation et de fabrication défectueuse.

Le tableau VI indique les besoins recommandés chez les poulets de chair pour les oligo-éléments et les vitamines.

Tableau VI : Recommandations en minéraux et vitamines pour les poulets de chair

	Démarrage		Croissance		Finition	
	Farine	Granulé	Farine	Granulé	Farine	Granulé
E.M. (minimum) kcal/kg d'aliment	3100	2900	3100	2900	3000	2850
Protéines brutes (minima) %	23-26	21,5-26	21,5-25	20-25	18,5-25	18-25
Lysine (minima) %	1,2	1,12	1,07	1	0,94	0,9
Méthionine (minima) %	0,51	0,48	0,46	0,43	0,40	0,39
Méthionine + Cystéine %	0,90	0,84	0,83	0,77	0,70	0,68
Cellulose (maxima) %	5		5		5	
Calcium %	1		0,90		0,90	
Phosphore disponible %	0,45		0,45		0,40	
Sodium %	0,17		0,17		0,17	
Chlore %	0,15		0,15		0,15	
Zinc (g/100 kg)	4		4		2	
Cuivre (g/100 kg)	0,30		0,30		0,20	
Fer (g/100 kg)	2,5		2,5		1,5	
Manganèse (g/100 kg)	6		6		6	
Iode (g/100 kg)	0,1		0,1		0,1	
Cobalt (g/100 kg)	0,02		0,02		0,02	
Sélénium (g/100 kg)	0,02		0,02		0,02	
Vit A (UI/100 kg)	2 000 000		2 000 000		2 000 000	
Vit D3 (UI/100 kg)	200 000		200 000		200 000	
Vit E (mg/100 kg)	2 000		1 500		1 500	
Vit K3 (mg/100 kg)	400		300		300	
Vit B1 (mg/100 kg)	100		50		50	
Vit B2 (mg/100 kg)	1 000		500		500	
Acide pantothénique (mg/100 kg)	1 000		1000		800	
Pyridoxine (mg/100kg)	100		100		100	
Niacine (mg/100 kg)	3 500		3 000		2 500	
Acide folique (mg/100 kg)	60		60		60	
Vit B12 (mg/100 kg)	1		0,6		0,6	
Vit C (mg/100 kg)	3 000		3 000		3 000	
Chlorure de choline (mg/100 kg)	70 000		50 000		50 000	
Biotine (mg/100 kg)	10		10		10	

Source : Anselme (1987)

1.3.1.6. Besoins en cellulose

Son importance est faible dans l'alimentation des volailles. Ainsi, chez le poulet de chair, il est recommandé de ne pas dépasser des taux de 5% de cellulose brute afin d'éviter une accélération du transit favorable à une mauvaise utilisation de la ration (Anselme, 1987).

1.4 MATIERES PREMIERES COURAMMENT UTILISEES ET LEURS APPORTS

Connaissant les besoins des volailles, l'aviculteur adopte une alimentation dont le régime est adapté à la productivité souhaitée. Les matières premières entrant dans la composition des rations pour poulets sont des ressources alimentaires locales ou importées. Elles sont classées en fonction de leur apport.

1.4.1. SOURCES D'ENERGIE

1.4.1.1. Céréales

Elles constituent la principale source d'énergie dans les aliments pour volailles. Ce sont des aliments essentiellement énergétiques car elles sont riches en matière sèche, composée avant tout d'amidon. Cet amidon est d'une digestibilité élevée ne nécessitant pas de traitements spéciaux, tels que la cuisson.

Par contre, les céréales sont relativement pauvres en matières azotées (10 % environ) et celles-ci sont déficientes en certains acides aminés indispensables tels que la lysine et le tryptophane ou la méthionine dans une moindre mesure.

Pour ce qui est des matières minérales, les céréales présentent un déséquilibre phosphocalcique très important, au détriment du calcium. Le tiers du phosphore est sous forme phytique, inutilisable par les volailles. Ainsi, il faudra compléter en calcium les rations riches en céréales.

Les céréales sont pauvres en vitamines. Selon **Leslie et al., (1972)** cité par **Ciéwé, (2006)**, on note cependant dans le maïs jaune la présence de pigments xanthophylles qui colorent en jaune la graisse des poulets. De plus, elles contiennent peu de cellulose. Par ailleurs, elles sont de conservation facile, ce qui est un énorme avantage. Les principales céréales utilisées en Afrique pour l'alimentation des volailles sont : le mil et le sorgho et le maïs.

1.4.1.2. Sous-produits des céréales

Il s'agit des sons dont l'utilisation en aviculture est due à leur coût faible et à leur importance dans la régulation du transit digestif dont ils empêchent les perturbations à l'origine de diarrhées et constipation (**Parigi-Bini, 1986**). De plus, leurs protéines sont disponibles. Les farines basses de riz présentent l'avantage d'avoir une valeur élevée en minéraux, en oligo-éléments et en énergie (**Larbier et al., 1991**).

1.4.1.3. Matières grasses

Elles sont issues des huileries (huiles végétales) ou des abattoirs (suif, graisse, saindoux). Ce sont des sources importantes d'énergie métabolisable pour l'alimentation des volailles (**Scott, 1976**). Elles permettent d'accroître la valeur énergétique des rations tout en diminuant les indices de consommation. Les lipides facilitent l'utilisation de matières premières riches en protéines (tourteaux) mais présentant des niveaux d'énergie relativement bas (**Sakandé, 1993**).

Des travaux de **Polin et Hussein (1982)** montrent que les poussins âgés d'une semaine retiennent 25 % de lipides de moins que ceux âgés de 2 à 3 semaines, car les sels biliaires impliqués dans la digestion des lipides ne sont pas produits en quantité suffisante chez le poussin, puisque la sécrétion biliaire augmente avec l'âge de la volaille.

Selon l'ISA (1985) cité par Sakandé (1993), l'utilisation de matières grasses d'origine animale, donc riches en acides gras saturés peut entraîner la formation de savons mal absorbés par les poussins et occasionner une mauvaise utilisation du calcium et par conséquent, une augmentation de l'incidence de la dyschondroplasie tibiale.

1.4.2. SOURCES DE PROTEINES

1.4.2.1 Sources de protéines végétales

1.4.2.1.1. Tourteau de soja

Il est le plus utilisé dans les rations pour volailles. C'est le «prince» des tourteaux de par sa richesse en protéines et son équilibre en acides aminés. En effet, ses protéines sont très digestibles et conviennent aux besoins de croissance des oiseaux, quoique déficitaires en acides aminés soufrés (Kébé, 1989). Cependant, on retrouve des substances antitrypsiques qui constituent ainsi le facteur limitant. Larbier et al. (1991) montrent qu'une cuisson correcte élimine plus de 90% de l'activité antitrypsique.

1.4.2.1.2. Tourteaux d'arachide et de coton

Les tourteaux d'arachide et de coton proviennent respectivement, de la graine d'arachide et de la graine de coton. Ce sont des sous produits d'huilerie qui selon la technique d'extraction (par des solvants organiques comme l'hexane), sont pauvres en matières grasses. Par contre, ce sont de véritables sources de protéines. Ils sont les tourteaux les plus disponibles. Mais la présence de facteurs anti-nutritionnels tels que l'aflatoxine dans les tourteaux d'arachide et le gossypol dans le coton limitent leur utilisation en alimentation. Cependant, on peut utiliser ce tourteau dans les rations pour volailles à des taux variant de 5 à 10 % (Angulo-Chacon, 1986). Toutefois, la tendance actuelle est à la production de coton « glandless » dépourvu de substances toxiques.

Cet auteur trouve que lorsque la teneur en aflatoxine est inférieure à 1,25 p.p.m., l'utilisation des tourteaux d'arachide dans les limites de 30 % chez les poulets en croissance et de 20 % dans la ration des poulets adultes ne pose pas beaucoup de problèmes.

Selon **Anselme (1987)**, le tourteau d'arachide du Sénégal qui contient jusqu'à 0,4 p.p.m d'aflatoxine peut être utilisé pour couvrir les besoins en protéines lorsque la ration est supplémentée en acides aminés essentiels comme la lysine, la méthionine et le tryptophane.

1.4.2.1.3. Levures

Elles sont incorporables dans les rations pour volailles à des taux allant de 2 à 4 % (**Ferrando, 1969**), voire jusqu'à 10 % pour les poules pondeuses (**Larbier et al., 1991**). Les levures sont des sources riches en protéines de très bonne qualité (riches en lysine, tryptophane, thréonine..., mais pauvres en acides aminés soufrés) et en vitamines du groupe B (**Scott, 1976**). Le facteur limitant est leur prix qui est toujours élevé.

1.4.2.2. Sources de protéines animales

Elles sont intéressantes à cause de leur richesse en protéines de très bonne qualité biologique. On recommande une quantité qui équivaut au tiers de la ration chez la volaille.

Selon **Olivetti** cité par **Sakandé (1993)**, la supériorité de la qualité des matières premières d'origine animale se situerait à quatre niveaux :

- leur taux élevé en calcium, phosphore et vitamines du groupe B, en particulier en riboflavine ;
- la présence de vitamine B12 (cyanocobalamine), qui est presque absente des aliments d'origine végétale, à l'exception des levures ;

- leur teneur énergétique assez élevée du fait de leur plus grande richesse en matières grasses ;
- leur meilleur équilibre en acides aminés essentiels.

1.4.2.2.1. Farines de poisson

Les matières premières couramment utilisées pour la farine de poisson sont: les poissons entiers, les déchets de poissonnerie, les poissons gras ou maigres. Les farines de poisson sont riches en protéines de grande valeur biologique, pourvues d'acides aminés indispensables. La limite à leur utilisation vient du fait qu'elles coûtent chères. De plus, au-delà d'un certain seuil, elles donnent leur odeur à la viande.

Incorporée jusqu'à 12% dans la ration poulet de chair, la farine de poisson a permis une Maturité de la bande à 35 jours avec des poids appréciables et une très bonne homogénéité des oiseaux (**INDUSTRIE DE TRANSFORMATION DES POISSONS., 2007**).

1.4.2.2.2. Farine de sang

Elle est peu utilisée dans les régions tropicales. On l'obtient en faisant déshydrater le sang recueilli aux abattoirs. C'est une source très concentrée de protéines dont la digestibilité est diminuée par la présence de fibrinogène. Toutefois, sa teneur en acides aminés permet de couvrir les besoins des volailles. La farine de sang est incorporée à un taux de 5 % (**Larbier et al., 1991**).

1.4.3. SOURCE DE MINÉRAUX ET DE VITAMINES

Le calcium et le phosphore constituent les principaux minéraux que doit contenir la ration des volailles. Le carbonate de calcium, les coquillages marins, la poudre d'os et les phosphates en sont les sources majeures.

Un déficit modéré en calcium n'affecte que les volailles en bas âge, tandis qu'un apport insuffisant en phosphore va se traduire par une anorexie, une baisse de la croissance, des troubles locomoteurs graves et même de la mortalité (ISA, 1985). Le chlorure de sodium apporte le sodium et le chlore à la ration. Les oligo-éléments tels que le zinc, l'iode et le magnésium, les vitamines et les additifs alimentaires sont apportés par les prémix ou C.M.V. (Compléments Minéraux Vitaminés).

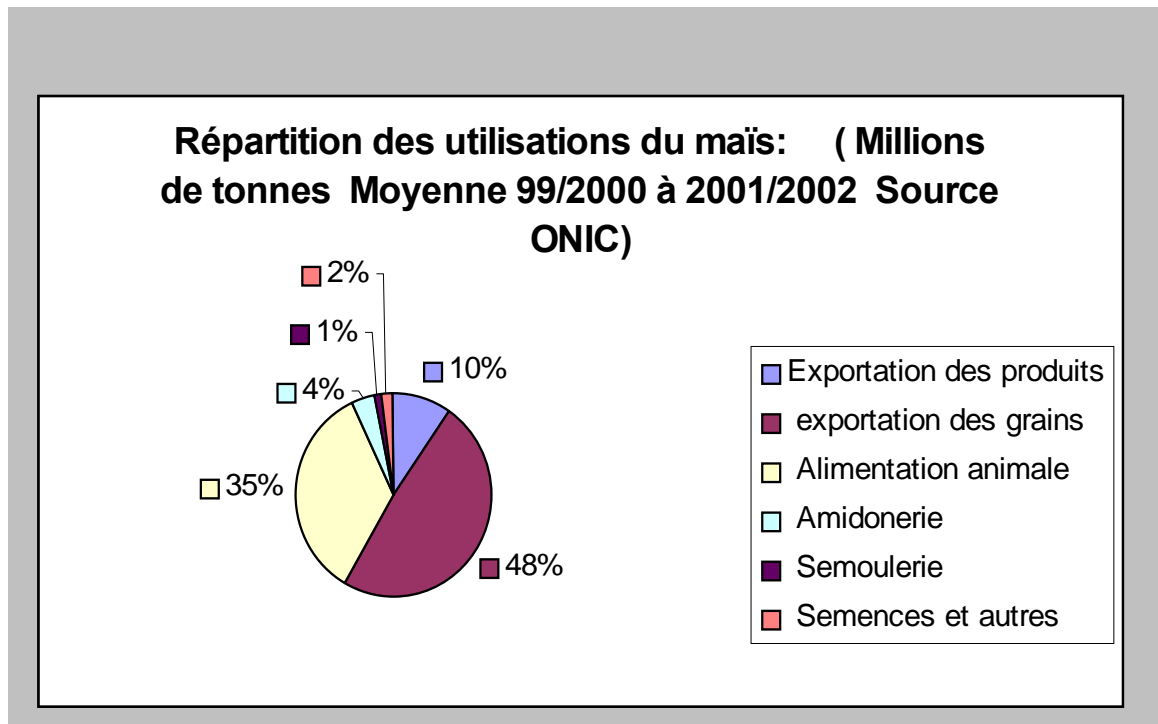
CHAPITRE 2 : MAÏS ET SORGHO DANS L'ALIMENTATION DU POULET DE CHAIR

2.1. VALEUR ALIMENTAIRE DU MAÏS ET DU SORGHO

Parmi le disponible céréalier de la zone tropicale, le maïs et le sorgho sont très utilisés dans la ration des volailles domestiques toutefois peu d'informations sont disponibles sur leur valeur nutritive. C'est pourquoi les nutritionnistes utilisent les données obtenues sur le maïs et le sorgho d'Amérique du Nord ou d'Europe.

2.1.1. VALEURS NUTRITIONNELLES DU MAÏS

Originnaire de l'Amérique centrale notamment du Mexique (**F.A.O. 1993**), le maïs est une céréale de choix dans l'alimentation des poulets de chair (**Smith, 1992**). Ceci se justifie par la bonne digestibilité de sa matière organique avec un TDN (Nutriment Digestible Total) estimé à 80,75% ainsi que sa valeur énergétique élevée, 3432Kcal/kg (**Ferrando, 1976**). Ainsi, l'alimentation animale représente 35% des débouchés du maïs (Figure 4). Le tableau VII nous rapportent la composition et le niveau d'énergie du maïs.



Source : ONIC

Figure 4 : Répartition des utilisations du maïs

Tableau VII Valeur énergétique et composition du maïs

Composition	Teneur [1]	Teneur [2]
Energies (kcal/kg)	3300,0	-
Matière sèche (%)	-	86
Protéines (%)	9,0	8,7
Lipide (%)	3,9	4
Humidité (%)	10,0	14
Fibres (%)	3,0	2,7
Calcium (%)	0,2	0,02
Phosphore (%)	0,4	0,28
Lysine (%)	0,2	0,25
Méthionine (%)	0,2	0,19

Source 1: Seshaiyah (2000)

2 : Anselme (1987)

2.1.1.1. Composition chimique du maïs

Plusieurs études ont été menées pour étudier la composition chimique du maïs, les résultats diffèrent sensiblement selon la zone de culture.

Mais bon nombre d'auteurs reconnaissent que le maïs contient peu de cellulose (2,7% de MS) (**Ferrando, 1969**) et une proportion relativement élevée de matière grasse (4,8% de MS) (**F.A.O., 1993**).

Par contre, le maïs est pauvre en protéines (8% de la MS) (**Smith, 1992**) et presque dépourvu du sodium (0,01% de la MS) et du calcium (0,01% de la MS) (**Larbier et Leclercq, 1992**). Son phosphore lié sous forme de phosphore phytique est pratiquement indisponible en raison du faible taux de phytase dans cette céréale.

Le phosphore total est estimé à 0,31% de la MS et le phosphore disponible à 0,06% de la MS (**Larbier et Leclercq, 1992**). Selon les mêmes auteurs la teneur en amidon du maïs est élevée (72,5% de MS), celle en sucre est faible (2,4% de la MS). Enfin le maïs contient une quantité importante de pigments xanthophylles, environ 25ppm (**Larbier et Leclercq, 1992**).

A la différence du sorgho, le maïs ne contient pas de facteurs antinutritionnels tels que les tanins.

2.1.1.2 Valeur énergétique

Le maïs a la valeur énergétique la plus élevée parmi les céréales, du fait de sa teneur en matière grasse élevée (**Larbier et Leclercq, 1992**). L'énergie métabolisable du maïs récolté au Sénégal est estimée à 3350 kcal/Kg alors qu'elle est estimée à 3798 kcal/kg pour le maïs récolté en France (**Anselme, 1987**).

2.1.1.3. Valeur protéique

Le maïs est généralement pauvre en protéines. La variabilité de ce paramètre est faible. L'écart type est de l'ordre de 7g/kg de protéine brute (**Larbier et Leclercq, 1992**). Selon ces mêmes auteurs, les protéines du maïs présentent un profil en acides aminés très déséquilibré : déficit en lysine, en tryptophane et excès en leucine (tableau VIII).

Tableau VIII : Teneur du maïs en différents acides aminés

Acides aminés	Céréales	Maïs
Protéines brutes (%)		10,20
Lysine (%)		0,28
Méthionine (%)		0,22
Méthionine + Cystine (%)		0,44
Tryptophane (%)		0,07
Thréonine (%)		0,36
Glycine + Sérine (%)		0,78
Leucine (%)		1,28
Isoleucine (%)		0,40
Valine (%)		0,52
Histidine (%)		0,29
Arginine (%)		0,49
Phénylalanine + tyrosine (%)		0,96

Source : Larbier et Leclercq (1992)

2.1.1.4. Digestibilité du maïs

La digestibilité d'un aliment indique son degré d'utilisation. Elle s'exprime quantitativement par le coefficient d'utilisation digestive (C.U.D).

Le TDN introduit par les américains donne aussi une idée sur la digestibilité des aliments.

D'une manière générale, le maïs présente une bonne digestibilité. Ceci s'explique par :

- ❖ L'absence de facteurs antinutritionnels, tels que les tanins ;
- ❖ une faible teneur en cellulose, en moyenne 2,5% de la matière sèche ;
- ❖ une bonne digestibilité de l'amidon et des protéines.

Ferrando (1969) rapporte les valeurs trouvées par quatre auteurs ayant travaillé sur la digestibilité des nutriments en maïs chez les volailles (tableau IX).

Tableau IX : Coefficients de digestibilité établis pour le maïs

Auteurs	TDN %
Bolton	82
Fraps	80
Kubota	80
Titus	81

Source : Balton, Fraps, Kubota et Titus cités par Ferrando (1969)

Cette excellente digestibilité du maïs met à la disposition des volailles l'énergie contenue dans ses graines.

2.1.2. VALEURS NUTRITIONNELLES DU SORGHO

Le sorgho est moins utilisé par rapport au maïs à cause de sa teneur en énergie qui est plus faible que celle du maïs, mais aussi à cause de la présence des tanins. Selon **Seshaiah (2000)** si le sorgho sans tanins est rendu disponible et est meilleur marché que le maïs, il peut être employé à 30% en alimentation de la volaille à la place du maïs. Le tableau X présente la valeur énergétique et la composition chimique du sorgho.

Tableau X : Valeur énergétique et composition chimique du sorgho

Composition	Teneur[1]	Teneur [2]
Energies (kcal/kg)	2650,0	-
Matière sèche (%)	-	88
Protéines (%)	10,0	9,5
Lipide (%)	3,0	3
Humidité (%)	9,0	12
Fibres (%)	4,0	2,43
Calcium (%)	0,2	0,05
Phosphore (%)	0,3	0,34
Lysine (%)	0,3	0,22
Méthionine (%)	0,3	0,16
Tanins (%)	-	0,19

Source1 : Seshaiyah (2000)

2 : Anselme (1987)

2.1.2.1. Composition chimique du sorgho

Le sorgho a une forte teneur en amidon (70% de la MS), une proportion non négligeable en matières grasses (environ 3,3% de la MS). Il est légèrement plus riche en protéines que le maïs (11,4% de la MS) (F.A.O., 1990).

De même, il est presque dépourvu de calcium (0,03% de la MS) et la disponibilité de son phosphore est faible (0,06% de la MS) (Larbier et Leclercq, 1992).

Il est important de préciser que la composition chimique du sorgho varie en fonction des souches comme le montre le tableau XI.

Tableau XI : Composition chimique de quatre souches de sorgho cultivées en 1976 au Sénégal.

Composition Souche de Sorgho	MPB (%MS)	MG (%MS)	Amidon (%MS)	Sucre (%MS)	Cellulose brute (%MS)
114M	12,00	3,30	61,80	2,30	5,10
I450	18,70	2,90	58,70	2,40	3,80
X4010	14,80	4,20	66,70	2,30	2,40
X4053	14,70	4,00	70,10	2,30	1,60

Source : Anselme (1987)

MPB : Matières Protéiques Brutes

MG : Matières Grasses

MS : Matières Sèches

2.1.2.2. Valeur énergétique

Le sorgho est riche en énergie métabolisable à cause de sa forte teneur en amidon et de la présence non négligeable de matières grasses. La teneur en tanin réduit cette valeur énergétique.

Larbier et Leclerq (1992) ont trouvé qu'une teneur en tanins de 1% réduit la valeur énergétique. De même, **Fuol et al.** cité par **Gualtieri et Rapaccini (1990)**, ont montré que, lorsque la teneur en tanins du sorgho passe de 0,2 à 0,02%, son énergie métabolisable augmente de 2617 à 3516 kcal/kg d'aliment.

2.1.2.3 Valeur protéique

Le taux protéique du sorgho (11,4% de la MS) est supérieur à celui du maïs (**Smith, cité par Vias 1995**). Selon **Labier et Leclerq (1992)**, les acides aminés du sorgho sont relativement équilibrés. Le sorgho est pauvre en acides aminés

soufrés. En effet, il est riche en leucine, en phénylalanine, et pauvre en lysine, méthionine et tryptophane (tableau XII).

Tableau XII : Teneur du sorgho en différents acides aminés

Acides aminés	Céréales	Sorgho
Protéines brutes (%)		12,00
Lysine (%)		0,28
Méthionine (%)		0,19
Méthionine + Cystine (%)		0,40
Tryptophane (%)		0,11
Thréonine (%)		0,40
Glycine + Sérine (%)		0,78
Leucine (%)		1,66
Isoleucine (%)		0,53
Valine (%)		0,66
Histidine (%)		0,26
Arginine (%)		0,47
Phénylalanine + tyrosine (%)		1,14

Source : Larbier et Leclercq (1992)

2.1.2.4 Minéraux et vitamines

Les teneurs en macro-éléments dans les grains de sorgho sont comparables à celles des autres céréales. Comme elles, le sorgho est carencé en la plupart des éléments minéraux. Selon **Sauvant et al. (2002)**, nous avons des teneurs de 3,24g/kg MS en phosphore et 0,35g/kg MS en calcium dans du sorgho grain.

Dans tous les cas, des complémentations sont nécessaires. L'apport de phosphore pose toujours d'avantage de problème que pour les autres éléments minéraux. Ce ne sont pas les solutions de supplémentation qui font défaut, mais leur utilisation doit être raisonnée sur deux plans :

- cet élément coûte beaucoup plus cher que le calcium ou le sodium, l'excès de phosphore dans une ration alimentaire est donc néfaste au plan économique pour l'élevage. Mais cela est également néfaste sur le plan

écologique, car éliminé sous forme de phosphate il est polluant dans l'environnement.

- la difficulté ne s'arrête pas là, car le phosphore contenu dans les grains est à 70% sous forme de phosphore phytique, c'est à dire inclus dans la structure moléculaire des ions phytates (facteur antinutritionnel) donc peu disponible pour l'animal qui les consomme.

Le sorgho ne contient quasiment pas de phytases endogènes, à la différence du blé et plus encore du seigle, dans lesquels ces enzymes améliorent beaucoup la disponibilité du phosphore et de nombreux autres oligo-éléments.

Le grain de sorgho est une source relativement riche de vitamines hydrosolubles du groupe B. Les concentrations de thiamine, de riboflavine et de niacine dans le sorgho sont comparables à celles du maïs. Les autres vitamines du complexe B présentes dans le sorgho en quantités significatives sont la pyridoxine, l'acide folique, l'acide pantothénique et la biotine (**Sauvant et al. 2002**).

Le sorgho-grain, consommé comme concentré, n'est pas source de vitamine C.

On trouve par contre dans la graine de sorgho des quantités détectables de vitamines liposolubles, à savoir D, E et K. Leur concentration n'est pas très différente de ce qu'on trouve dans le maïs.

La vitamine A constitue par contre une différence notable, car le sorgho n'en contient pas du tout à la différence du maïs. Certaines variétés de sorgho à endosperme jaune contiennent du bêta-carotène qui pourrait être transformé en vitamine A. Mais compte tenu du caractère photosensible des carotènes et de la variabilité due aux facteurs environnementaux, ce précurseur de la vitamine A est négligeable.

2.1.2.5. Facteurs antinutritionnels

On considère traditionnellement que les grains de sorgho sont dévalorisés par leur teneur en tanins. Ces molécules sont des polymères de polyphénols. Il existe

deux types de tanins : les premiers sont dit hydrolysables et portent peu à conséquence ; les seconds, dit condensés sont défavorables sur le plan nutritionnel.

Les variétés de sorgho riches en tanins contiennent généralement le type condensé, et selon **Larbier et Leclercq (1992)** les tanins condensés sont des composés plus ou moins polymérisés de 4 à 6 flavines hydroxylés.

Quant aux tanins hydrolysables, selon les mêmes auteurs, ce sont des composés constitués d'acides phénoliques et d'oses.

La particularité de ces facteurs antinutritionnels est de se lier aux protéines et d'entraîner leur précipitation surtout dans la lumière du tube digestif, formant ainsi des complexes résistants aux attaques enzymatiques. Cette propriété confère à l'aliment un caractère astringent et diminue ainsi fortement son appétence. **Hulse et al. Cités par Ibrahim et al. (1988)** ont montré que les tanins inhibent l'activité des enzymes notamment les amylases et les protéases.

Asquith et Butler (1986) ont confirmé ces résultats en montrant que les tanins inhibent l'activité des enzymes du tube digestif, ce qui a un effet négatif sur l'utilisation des protéines. La sensation de dessèchement de la muqueuse buccale, provoquée par la formation de complexes entre les tanins et les amylases salivaires, est donc fortement pénalisante dans le cadre de l'alimentation animale, car toute baisse d'ingestibilité diminue l'intérêt de l'aliment.

Chez les volailles en général et le poulet de chair en particulier ils réduisent la consommation alimentaire (**Rostango et al. 1973**), la digestibilité et la rétention azotée (**Stephens et al. 1972**).

Ce caractère antinutritionnel entraîne certaines conséquences chez les volailles :

- ❖ Retard de croissance chez les poussins alimentés avec des sorghos à forte teneur en tanins (**Salunkhe et al. cité par Loul., 1998**) ;

- ❖ le changement de goût de la viande (**Pelerson cité par Gualtieri et Rappacini, 1990**) ;
- ❖ des anomalies des pattes caractérisées par une courbure avec élargissement des jarrets (**Gualtieri et Rappacini, 1990**) ;
- ❖ la réduction de la production, du poids et de la qualité des œufs (**Armanov et al. Cité par Gualtieri, 1990**).

Certains effets antinutritionnels du sorgho à teneur élevée en tanins sont dus à des flavonoïdes associés à faibles poids moléculaires qui sont facilement absorbés, empêchant l'utilisation métabolique des produits alimentaires digérés et absorbés (**Butler, 1988 ; Mehansho et al., 1987**).

Ces effets antinutritionnels n'influencent plus significativement la digestibilité de l'énergie et des protéines chez les volailles, si leur concentration est inférieure à 2,6 g/kg (soit 0,26%) (**Mcnab J.M., Boorman K.N., 2002**). Le sorgho pauvre en tanins qu'on rencontre en Afrique ne présente pas ces inconvénients (**Anselme, 1987**).

2.1.2.6. Digestibilité du sorgho

Un aliment ne remplit son rôle que si l'animal l'ingère et peut le digérer. La digestibilité est la proportion de l'aliment brut ou de ses nutriments, assimilable par l'organisme au cours du passage dans le tube digestif. Un aliment concentré, comme une céréale, est généralement bien consommé par tous les animaux, sauf en cas de perturbation par un facteur antinutritionnel, par exemple. La digestibilité du sorgho dépend de sa teneur en tanins. Ce dernier à une action néfaste sur la digestibilité des protéines.

Rostango et al, cite par Gualtieri et Rapaccini (1990) montrent que la digestibilité apparente des acides aminés du sorgho riche en tanins est de 22% alors que cette valeur est de 71% chez les sorghos ayant une faible teneur en tanins.

D'une manière générale, le sorgho africain est plus pauvre en tanins (inférieur 1%) et présente une meilleure digestibilité protéique que le sorgho français ou américain (**Anselme, 1987**).

2.2. ADAPTATION DU SORGHO AU REGIME DES VOLAILLES

2.2.1. ESSAIS DE SUBSTITUTION DU MAÏS PAR LE SORGHO

Durant des années, un bon nombre d'auteurs se sont intéressés à la valeur comparative du maïs et du sorgho dans l'alimentation des volailles. Des substitutions du maïs par le sorgho ont donc été faites à différents taux de substitution. Selon des auteurs cités par **Anselme, (1987)** à l'instar de Fetuger(1977) , Torek (1966) , Santoro (1966), respectivement au Nigéria, en Australie et en Uruguay, des substitutions du maïs par le sorgho ont été faites dans des rations de poulets de chair à des taux de substitution supérieurs à 25% et inférieurs ou égaux à 30%. En comparaison à la ration témoin (0% de substitution), les oiseaux nourris au sorgho ont des résultats équivalents. (Voir tableau XII). Selon Peterson, (1969) aux USA cité par Anselme, (1987), jusqu'à 50% de substitution on obtient des résultats équivalents à la ration témoin. **Sanfor, 1972** aux USA a substitué jusqu'à 100% le maïs au sorgho sans observer d'effets négatifs. Cependant les meilleurs résultats sont à l'avantage du maïs (tableau XIII)

Tableau XIII : Récapitulatif des essais de substitution du maïs par le sorgho

Auteurs	Pays	Production	% sorgho (Taux de substitution)	Observation	Résultats
FETUGER (1977)	Nigéria	Poulets	25	-	Résultats équivalents
SINGH et al(1966)	Asie	Poulet de 0-3 mois	40	-	Résultats équivalents
TOREK (1966)	Australie	Poulets	30	-	Résultats équivalents
SANTORO (1966)	Uruguay	Poulets	> 30	-	Supérieurs avec le maïs
SANTORO (1966)	Uruguay	Poulets	< 30	-	Résultats équivalents
PETERSEN (1969)	USA	Poulets	50	IC comparable léger déficit d'ingestion	Résultats équivalents
SANFORD (1972)	USA	Poulets	Remplacement total du maïs	-	Supérieurs avec le maïs
THAYER (1957)	USA	Poulets	Remplacement total du maïs	-	Supérieurs avec le sorgho
OZMENI (1963)	USA	Poulet	30	-	Résultats équivalents
QUISENBERRY (1970)	USA	Poulets	60	A tester plusieurs variétés	Résultats équivalents ou supérieurs avec le maïs
SULLIVAN (1982)	USA	Poulets	60	-	Résultats équivalents

Source : Anselme (1987)

2.2.2. CONSOMMATION ALIMENTAIRE ET INDICE DE CONSOMMATION

Les volailles peuvent ingérer une large variété d'aliments ce qui permet à l'éleveur de choisir les matières premières les plus économiques. Ainsi, une meilleure connaissance des besoins d'une part et des matières premières d'autre part, limite les gaspillages et permet des économies.

L'indice de consommation représente le rapport entre la quantité d'aliments consommés et le gain de poids obtenu. L'indice de conversion est aussi une mesure de la productivité d'un animal. Il se définit comme étant la quantité d'aliment utilisée pour obtenir le poids final.

Les poulets de chair convertissent l'aliment en viande avec efficacité et des indices de 1,8 à 1,9 ont été rapportés (**Quemeneur, 1988**). Les poulets modernes ont été mis sur pied pour gagner très rapidement du poids traduisant une efficacité alimentaire maximale. Pour obtenir de meilleurs indices, on doit améliorer les facteurs dont ils dépendent (conditions d'ambiance, qualité de l'aliment et de l'eau, conduite de l'élevage, pathologies...).

2.2.3. PERFORMANCES DE CROISSANCE ET D'ENGRAISSEMENT

Il a été souligné que le sorgho pauvre en tanins comme celui qu'on retrouve en Afrique présente une bonne digestibilité et un meilleur niveau de consommation chez les poulets de chair.

Mouhamadain et al (1986) travaillant sur l'effet du millet, maïs et sorgho grain sur les performances, le rendement à l'abattage et la composition chimique de la chair du poulet arrivent aux constats suivants :

- Même si la différence n'est pas significative, la consommation alimentaire est maximale (4,7 kg/ poulet) chez le lot recevant le maïs et minimale (4,00

kg/poulet) chez les oiseaux soumis au sorgho. L'indice de consommation est, respectivement, de 2,48 et de 2,73 ;

- Les poulets nourris au sorgho montrent un faible gain moyen quotidien par rapport à ceux qui ont consommé le maïs. Le poids des oiseaux à la fin de l'expérience est significativement plus élevé chez les poulets soumis à la ration maïs (1,78 kg) que ceux du lot soumis à la ration sorgho (1,52 kg).

2.2.4. RENDEMENT DE LA CARCASSE

Mouhamadain et al. (1986) ont obtenu chez des poulets recevant deux types de ration (ration à base de maïs et ration à base de sorgho) les caractéristiques de carcasse suivantes.

➤ Maïs : poids carcasse éviscéré (kg) = $1,24 + 0,05$

➤ Sorgho : poids carcasse éviscéré (kg) = $1,04 + 0,04$

Il en ressort que les poulets nourris au maïs ont un poids carcasse significativement plus élevé que ceux nourris au sorgho. **Mouhamadain et al (1986)** constate que les poulets nourris au sorgho présentent une chair blanche tandis que ceux nourris au maïs présente une chair jaune. Selon **Gualtieri et Rappacini (1990)** pour avoir des poulets de chair possédant une chair jaune, il faut ajouter à la ration du sorgho des pigments xanthophylles.

2.2.5. VITALITE ET MORTALITE

Très peu d'auteurs se sont intéressés à ces paramètres. Toutefois, les rations à base de sorgho riche en tanins entraînent des anomalies de pattes caractérisées par une courbure avec un élargissement du jarret (**Gualtieri et Rappacini 1990**). **Ibrahim et al. (1988)**, qui ont travaillé sur les qualités nutritives des sorghos égyptiens et soudanais sur 192 poulets de chair, ont observé au cours de l'expérimentation deux cas de mortalité soit 1,0% de mortalité.

II^{ème} partie : Evaluation des effets de la substitution du maïs par le sorgho sur les performances zootechniques des poulets de chair.

- Chapitre 1 : Matériel et méthode
- Chapitre 2 : Résultats et discussion

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODE

2.1. SITE DU TRAVAIL ET PERIODE D'ETUDE

Le travail a été réalisé dans un poulailler situé dans l'enceinte de l'EISMV. C'est un bâtiment à toiture en feuilles de tuile à pente unique, de type semi ouvert. L'essai a été réalisé pendant la période du 12 novembre au 22 décembre 2007 et le protocole ci-dessous exposé a été appliqué.

2.2. CHEPTEL EXPERIMENTAL

L'étude a porté sur 492 sujets de souche Cobb 500 non sexés répartis à partir de la phase de croissance en 3 lots comme suit :

- lot L_0 ou traitement témoin (A_0): oiseaux nourris à base d'une ration où le taux de substitution du maïs est de 0% (ration sans sorgho),
- lot L_{50} ou traitement (A_{50}): oiseaux nourris à base d'une ration où le taux de substitution du maïs par le sorgho est de 50%,
- lot L_{100} ou traitement (A_{100}): oiseaux nourris à base d'une ration où le taux de substitution du maïs par le sorgho est de 100% (ration sans maïs).

Le nombre de sujets par lot est par conséquent de 164, chaque lot était subdivisé en 4 sous-lots de 41 oiseaux chacun et repartis dans tout le bâtiment de façon homogène de manière à minimiser les variations dues à l'environnement notamment < l'effet coin >. (Photo 1)

La densité au démarrage était de 40 oiseaux /m² et celle de fin de cycle était de 10 oiseaux /m²



Photo : AZEBAZE

Photo 1 : Formation des parquets d'élevage et répartition des poussins

2.3. MATERIELS UTILISES

Il s'agit de :

- matériel d'élevage (mangeoires, abreuvoirs, radiants, ampoules, seaux, litière);
- matériel de nettoyage et de désinfection ;
- médicaments et matériels vétérinaires ;
- dispositifs pour la récolte et le traitement des données (Fiches de suivi, balance de précision de marque SOEHNLE (1 à 5000 g), thermomètre mini-maxi, bagues d'identification etc.).

2.4. RATION ALIMENTAIRE

En période de démarrage, les animaux ont été nourris avec un aliment démarrage commercial de «NMA Sanders ». Dans les phases suivantes, ils ont été soumis aux 3 rations expérimentales correspondant à un aliment de type « croissance/finition ». Ces rations formulées sont iso-énergétiques. Ainsi, dans la ration témoin L₀, le maïs a constitué la principale source d'énergie. Dans la 2^{ème} ration, L₅₀ le sorgho a remplacé partiellement le maïs tandis que dans la 3^{ème} le sorgho a remplacé totalement le maïs L₁₀₀.

La formulation des rations a été réalisée au service de zootechnie-alimentation de l'EISMV, tandis que la fabrication des aliments (pesée séparée des matières premières, broyage et mélange) a été faite à la meunerie de Niacoulrab, à partir des matières premières fournies par la société NMA Sanders.

La composition de ces différentes rations expérimentales est présentée dans le tableau XIV.

Tableau XIV : Composition des rations expérimentales

Matières Premières	Ration A₀ (%)	Ration A₅₀ (%)	Ration A₁₀₀ (%)
Maïs	58	29	0
Sorgho	0	29	58
Son de blé	7	7	5,5
Tourteau d'arachide	23,5	23,5	24,5
Farine de poisson	5	5	5
Huile	1,5	1,5	2
Méthionine de synthèse	0,1	0,1	0,1
Coquillage marin	0,8	0,8	0,8
Phosphate bicalcique	1	1	1
CMV poulet d'essai	2,7	2,7	2,7
Liptol	0,2	0,2	0,2
Fintox	0,2	0,2	0,2
Total	100	100	100

2.5. METHODE

2.5.1. CONDUITE DES OISEAUX

Elle s'est basée sur le principe d'élevage en « bande unique », consistant en la gestion de lots d'animaux de même âge, même espèce et de même type de production.

2.5.1.1. Préparation du local

Avant la réception des poussins, le bâtiment d'élevage a fait l'objet d'un vide sanitaire. Il a consisté à vider la salle du matériel mobile, puis à procéder à un lavage à grande eau, suivi de la désinfection avec de la chaux vive et, deux jours plus tard, de pulvérisation de Virkon® sur les murs et le plafond. Le bâtiment a été maintenu fermé pendant une semaine correspondant au temps nécessaire à l'élimination des germes présents. Une nouvelle désinfection de la salle et du matériel a été réalisée deux jours avant l'arrivée des animaux.

De même, avant d'étendre la litière faite de copeaux de bois, une couche de chaux éteinte a été étalée sur toute la surface du sol.

Une surface permettant une densité de 40 oiseaux/m² a été installée à l'aide de plaques grillagées. Le radiant fixé aux poutres et suspendu à environ 1 m du sol, a permis de chauffer l'aire de démarrage à une température moyenne de 28° C.

2.5.1.2. Arrivée et démarrage des poussins (Photo 2)

Les poussins, sujets de l'expérimentation, ont été achetés au couvoir qui les a vaccinés contre la pseudo- peste aviaire ou maladie de Newcastle. Ils ont ensuite été transportés jusqu'au poulailler. A leur arrivée, les contrôles suivants ont été effectués :

- nombre de poussins livrés ;
- poids moyen des poussins ;
- état des poussins.



Source : AZEBAZE

Photo 2 : Arrivée et démarrage des poussins

Pour une meilleure conduite de la bande, un plan de suivi sanitaire des sujets a été rigoureusement adopté (tableau XV)

Tableau XV : Le plan de suivi prophylactique des poulets.

Age (jours)	Opérations	Produits
1	Vaccination contre la maladie de Newcastle	IMOPEST (couver) + HB1 (trempage de bec)
2, 3 et 4	Prévention des réactions post-vaccinales et du stress	Anti-stress (eau de boisson)
12	Vaccination contre la maladie de Gumboro	HipraGumboro (eau de boisson)
13 et 14	Prévention des réactions post-vaccinales et du stress	Anti-stress (eau de boisson)
15, 16,17et 18	Prévention de la coccidiose	Anticoccidien Amprosul ND (dans l'eau de boisson)
21	Rappels vaccins contre la maladie de Newcastle	LASOTA OU AVINEW (eau de boisson)
22	Prévention des réactions post-vaccinales et du stress	Anti-stress (eau de boisson)
26	Rappels vaccins contre la maladie de Gumboro	HipraGumboro (eau de boisson)
27	Prévention des réactions post-vaccinales et du stress	Anti-stress (eau de boisson)
29, 30 et 32	Prévention de la coccidiose	Anticoccidien (eau de boisson)
35	Déparasitage	PIPERAZINE (eau de boisson)
36, 37,38et 39	Prévention des troubles de la croissance	Vitaminothérapie (eau de boisson)

2.5.1.3. Croissance et finition : Conduite de l'essai

2.5.1.3.1. Pesées hebdomadaires et détermination du rendement carcasse

Au début de l'expérimentation, le poids des poussins à été déterminé afin d'avoir une idée sur le poids moyen des poussins à leur réception. A l'issue de la phase de démarrage, les animaux ont été pesés individuellement (photo 3), bagués (photo 4) et répartis de manière aléatoire sur des parquets d'élevage en fonction du traitement subi.

Tous les animaux de chaque lot sont pesés de façon hebdomadaire afin de suivre l'évolution pondérale. Tous les poulets ont été abattus au bout de six (6) semaines d'âge par saignée afin d'étudier les caractéristiques de la carcasse.



Photo 3: Pesée individuelle

Photo : AZEBAZE



Photo 4 : Bagueage d'un poussin

Photo : AZEBAZE

2.5.1.3.2. Mesure de la consommation alimentaire

Les aliments ont été servis à volonté. Les quantités distribuées par jour et les refus sont notés, la quantité totale d'aliment consommé est calculée par soustraction des quantités distribuées et refusées. L'eau est servie ad libitum.

La température moyenne au cours de la journée ainsi que l'hygrométrie dans le bâtiment ont été notés (tableau XVI).

Tableau XVI : Températures et hygrométrie hebdomadaire moyenne du bâtiment durant l'expérimentation

Age (semaine)	Température moyenne (°c)	Hygrométrie moyenne (%)
4	21,12	31,81
5	23,8	29,82
6	23,68	29,68

2.5.2- ABATTAGE DES ANIMAUX

A six semaines, les animaux ont été abattus par saignée et déplumés après échaudage et mouillage. Ils ont ensuite été éviscérés puis, tête et pattes ont été coupées. Les poids vifs avant l'abattage et les poids des carcasses ont été mesurés.

2.5.3 – CALCUL DES VARIABLES ZOOTECHNIQUES

Les données récoltées au cours de chaque essai ont permis de calculer les quantités d'aliment consommées (Ci), les gains moyens quotidiens (GMQ) et les indices de consommation (IC) à âge-type, les rendements de carcasse (RC) ainsi

que les taux de mortalité (TM). De même, le coût de revient de chaque ration a été estimé.

➤ **Consommation alimentaire individuelle quotidienne (Ciq)**

$$Ciq = \frac{\text{Quantité d'aliments distribuée (g) par jour} - \text{Quantité d'aliments refusée (g) par jour (ou par semaine)}}{\text{Nombre de sujets}}$$

➤ **Gain moyen quotidien (GMQ)**

$$GMQ = \frac{\text{Gain de poids (g) pendant une période}}{\text{Durée de la période (jours)}}$$

➤ **Indice de consommation (IC)**

$$IC = \frac{\text{Quantité d'aliments consommée pendant une période (g)}}{\text{Gain de poids durant la période (g)}}$$

➤ **Rendement de carcasse (RC)**

$$RC = \frac{\text{Poids de la carcasse vide (g)}}{\text{Poids vif à l'abattage (g)}}$$

➤ **Taux de mortalité (TM)**

$$TM = \frac{\text{Nombre de morts au cours d'une période}}{\text{Effectif en début de période}} \times 100$$

2.6. ANALYSE STATISTIQUE DES RESULTATS

Les paramètres ainsi calculés ont fait l'objet d'un traitement statistique à l'aide du logiciel Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), par le biais d'une analyse de variance (ANOVA). Toutes les analyses ont été effectuées au seuil de 5 %.

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les résultats obtenus par l'effet de la substitution du maïs par le sorgho sur le poids, le gain moyen quotidien (GMQ), la consommation alimentaire individuelle (Ci), l'indice de consommation (IC) à différente période de l'expérimentation, ainsi que sur les performances en carcasse des différents lots d'animaux seront présentés et discutés. Le prix de revient de chaque ration expérimentale sera aussi abordé en vue d'une appréciation de la marge bénéficiaire par rapport à la ration témoin.

2-1. RESULTATS

2-1-1.EFFETS DE LA SUBSTITUTION SUR LA CROISSANCE

2-1-1-1.Le poids vif des oiseaux

Comme le montre le tableau XVII au début de l'expérimentation, les lots d'animaux sont équivalents, puisqu'il n'y a pas de différence significative entre les moyennes de poids des sujets au seuil de 5%. La supériorité pondérale du lot L₀ débute à la 4^{ème} semaine et se maintient jusqu'en fin d'expérimentation. A la sixième semaine, les oiseaux du lot L₀ pèsent 1871,91g, ceux du lot L₅₀ pèsent 1823,11g et ceux du lot L₁₀₀ pèsent 1870,16 g. Cette différence pondérale n'est pas significative ($p > 0,05$). Il est aussi important de noter une augmentation du poids avec la substitution. La figure 5 montre l'évolution du poids des oiseaux au cours de l'expérimentation.

Tableau XVII : Paramètres de croissance obtenus en fonction des traitements

Traitements Paramètres	L ₀	L ₅₀	L ₁₀₀	Signification
Poids à 21 jours (g)	475,76 ± 6,47	471,90 ± 5,80	474,72 ± 6,55	ns
Poids à 28 jours (g)	877,69 ± 12,76	883,01 ± 11,27	901,83 ± 10,30	ns
Poids à 35 jours (g)	1292,10 ± 17,67	1301,82 ± 15,67	1333,08 ± 14,13	ns
Poids à 42 jours (g)	1871,91 ± 22,26	1823,11 ± 19,74	1870,16 ± 17,87	ns
G.M.Q.a (g)	58,47 ± 1,47	63,16 ± 3,76	61,41 ± 1,18	ns
G.M.Q.b (g)	71,39 ± 3,01	66,32 ± 1,66	69,18 ± 0,97	ns
G.M.Q.c (g)	67,08 ± 1,99	65,17 ± 1,78	66,46 ± 0,86	ns

G.M.Q.a : Gain moyen quotidien au début de l'expérimentation (3 semaines)

G.M.Q.b : Gain Moyen Quotidien à la phase de croissance finition

G.M.Q.c : Gain Moyen Quotidien sur le cycle de production

ns : non significatif à $p > 0,05$

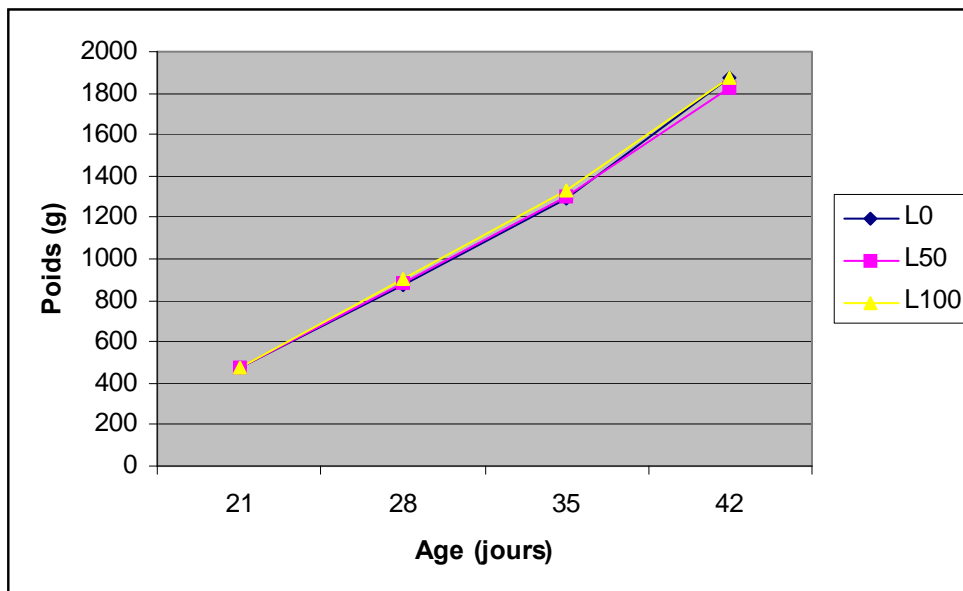


Figure 5 : Evolution du poids des oiseaux en fonction des traitements au cours de l'expérimentation

2-1-1-2 La vitesse de croissance des oiseaux

L'évolution du GMQ en fonction du traitement est représentée sur la figure 6. Au début de l'expérimentation, les oiseaux du lot L₅₀ croissent plus vite que tous les autres ($63,16 \pm 3,76$ contre $58,47 \pm 1,47$ et $61,41 \pm 1,18$ respectivement pour L₀ et L₁₀₀). Mais cette tendance est inversée à la phase de croissance – finition et sur l'ensemble du cycle de production au bénéfice du lot L₀. Durant cette phase de croissance finition, la supériorité des oiseaux du lot L₀ est de 7,10% par rapport à celle du lot L₅₀ et d'environ 3% par rapport à L₁₀₀. Toutefois, nous n'avons constaté aucune différence significative entre les différents lots sur l'ensemble du cycle de production ($p > 0,05$).

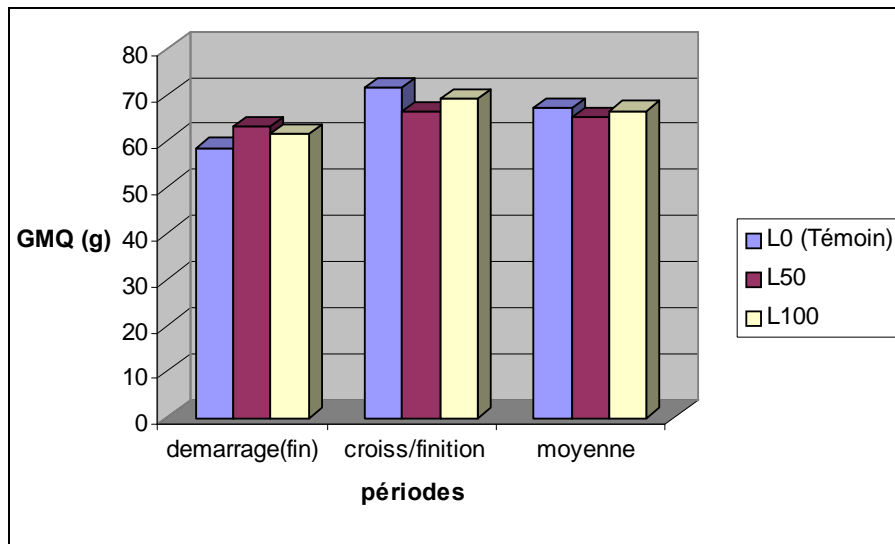


Figure 6 : Evolution des GMQ en fonction des traitements

2-1-2 EFFETS DE LA SUBSTITUTION SUR LA CONSOMMATION ET L'EFFICACITE ALIMENTAIRE

Le tableau XVIII nous montre la consommation alimentaire avec à la 4^{ème} semaine des valeurs de $129,24 \pm 13,60$ pour L₀, $148,66 \pm 20,35$ et $130,23 \pm 5,22$ respectivement pour L₅₀ et L₁₀₀. L'analyse statistique nous montre qu'à cette période et comme dans toutes les autres semaines, il n'y a aucune différence significative entre les différents lots au seuil de 5%. Néanmoins on note sur

l'ensemble du cycle de production une consommation individuelle plus élevée chez les oiseaux du lot L₅₀ suivi du lot L₁₀₀. La plus faible consommation a été enregistré au niveau du lot témoin. Ainsi les oiseaux du lot L₅₀ ont une consommation alimentaire qui est de 7% supérieur à celle du lot L₀ et de 1% à celle du lot L₁₀₀, tandis que celle de L₁₀₀ est de 6,50% supérieur à celle de L₀ (figure 7).

Tableau XVIII : Consommation alimentaire individuelle des poulets en fonction des traitements

Traitement		L ₀	L ₅₀	L ₁₀₀	Signification
Consommation alimentaire individuelle (g/j)	4 semaines	129,24± 13,60	148,66 ± 20,35	130,23 ± 5,22	Ns
	5 semaines	141,48 ± 11,00	162,62 ± 12,28	158,39 ± 3,17	Ns
	6 semaines	116,01 ±11,68	128,29 ± 7,85	123,67 ±11,86	Ns
	cycle de production	129,04 ± 4,6	138,86 ± 10,17	137,43 ± 2,94	Ns

ns : effet non significatif à $p < 0,05$

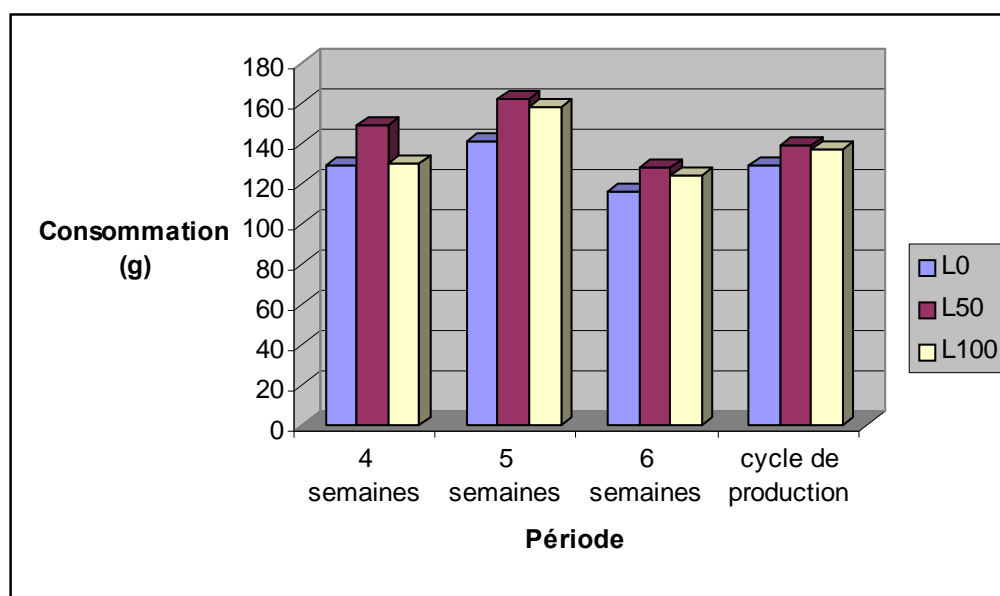


Figure 7 : Evolution de la consommation alimentaire individuelle des oiseaux en fonction des traitements

Sur l'ensemble du cycle de production, les indices de consommation sont de $2,01 \pm 0,13$; $2,18 \pm 0,20$; $2,10 \pm 0,05$ respectivement pour L₀, L₅₀, L₁₀₀. Il n'existe aucune différence significative entre les différents traitements ($p > 0,05$). On note toutefois une légère détérioration de l'indice de consommation avec la substitution. Ainsi l'indice de consommation est plus élevé de 8% et de 4%, respectivement dans les lots L₅₀ et L₁₀₀ que dans les lots témoins (figure 8).

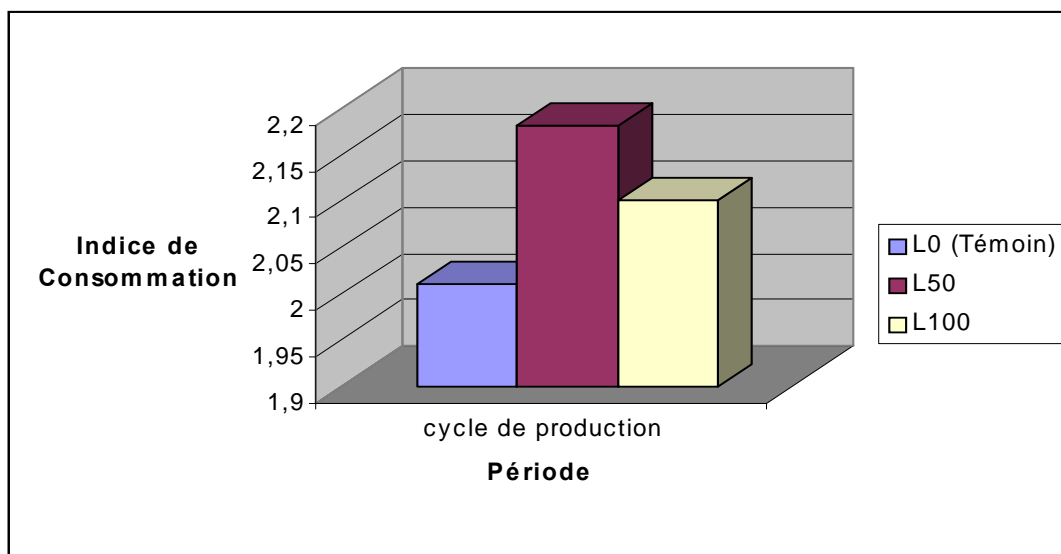


Figure 8 : Indice de Consommation alimentaire en fonction des traitements

2-1-3 EFFETS DE LA SUBSTITUTION SUR LA CARCASSE

Les poids carcasses obtenus sont respectivement de ($1591,84 \pm 22,24$; $1558,17 \pm 18,86$ et $1540,23 \pm 16,18$) pour L₀, L₅₀ et L₁₀₀. Le lot témoin et le lot L₅₀ présentent les meilleurs poids de carcasse. On observe une supériorité d'environ 2% du L₀ par rapport à L₅₀ et de 3% par rapport à L₁₀₀. Toutefois, il n'y a aucune différence significative entre les différents lots, (figure 9).

Les rendements carcasses sont de $84,85 \pm 0,47$; $85,00 \pm 0,28$ et $82,63 \pm 0,55$ respectivement pour les traitements L₀, L₅₀ et L₁₀₀. Le rendement carcasse le plus faible s'observe avec le lot L₁₀₀. On note une supériorité d'environ 3% du lot L₅₀

par rapport au lot L₁₀₀. Il n'y a pas de différence significative entre les différents lots ($p > 0,05$) (**figure 10**)

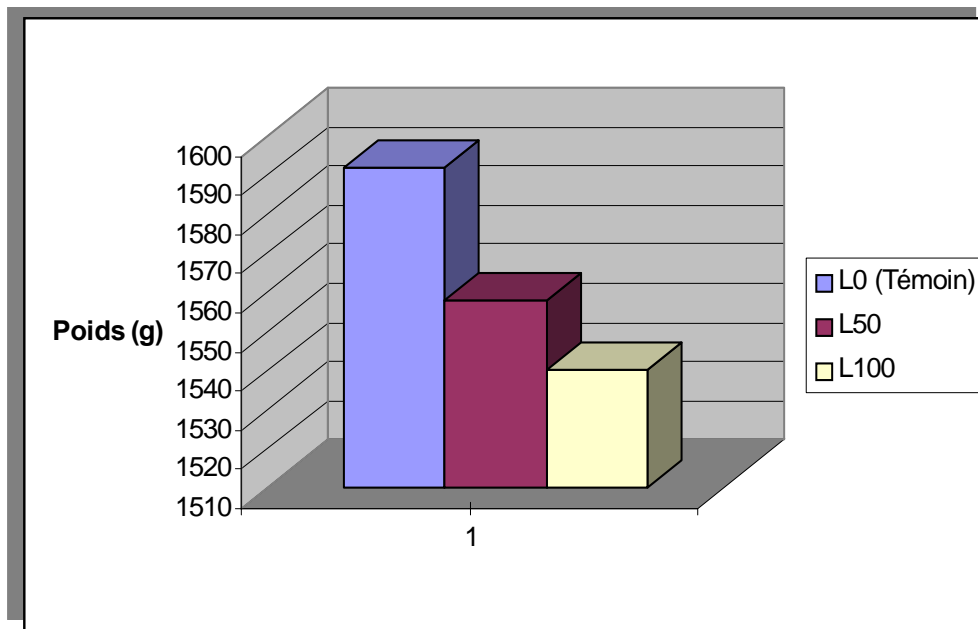


Figure 9 : Poids carcasses obtenus en fonctions des traitements

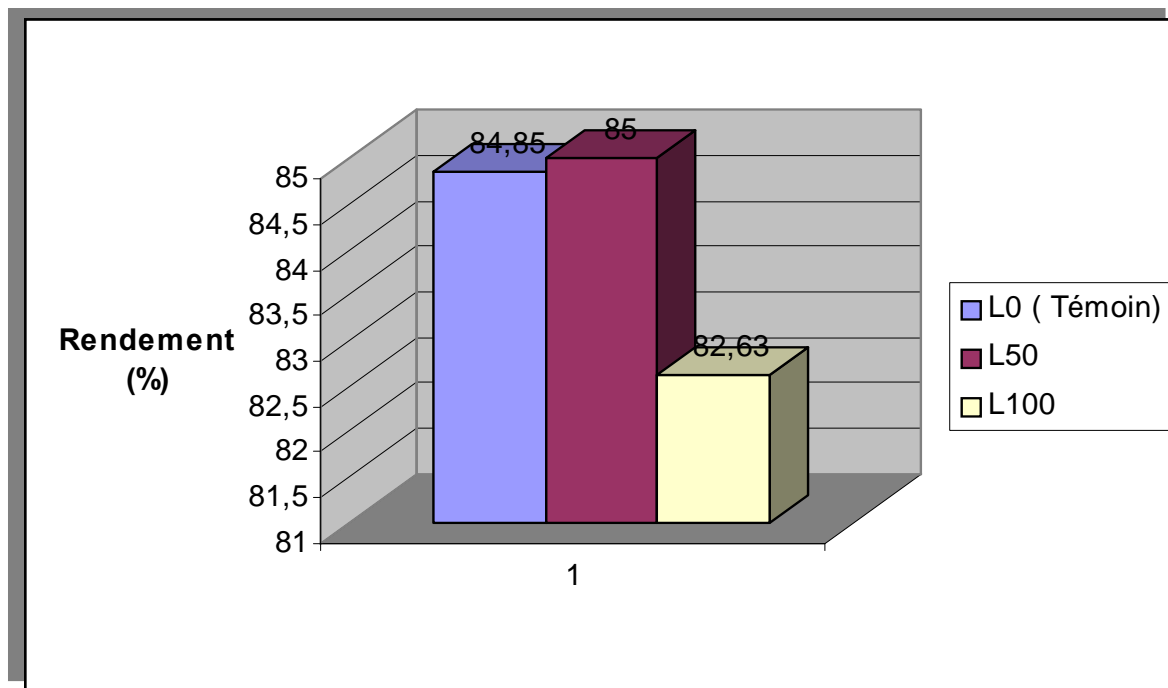


Figure 10: Rendements carcasses obtenus en fonctions des traitements

2-1-4 EFFET DE LA SUBSTITUTION SUR LA MORTALITE

Durant notre expérimentation, nous avons eu un taux de mortalité de 1,4%. Cette mortalité a été particulièrement observée pendant la phase de démarrage où les rations expérimentales n'ont pas été utilisées. Ceci serait dû à un mauvais tri des poussins à la livraison. Il est donc important de noter que cette mortalité est totalement indépendante de nos rations expérimentales.

2-1-5 DONNEES ECONOMIQUES

L'analyse économique concerne le coût de l'aliment ayant permis l'obtention d'un (1) kg de poids vif et le bénéfice brut réalisé par kg de poids vif. Dans cette analyse économique, seul l'aliment a été pris en compte, les autres postes budgétaires étant supposés les mêmes (Tableau XIX). Le coût de production C_x d'1 kg de poids vif est donné par la formule :

$$C_x \text{ (Fcfa)} = IC_x * P_x \text{ (Fcfa)}$$

C_x : coût du kg de poids vif (Fcfa) ;

IC_x : indice de consommation ;

P_x : prix du kg de la ration (Fcfa) ;

x : période considérée.

Tableau XIX : Analyse économique

Paramètre	L ₀ (Témoin)	L ₅₀	L ₁₀₀
Prix de revient d'1Kg d'aliment (CFA)	202,833	198,483	198,183
Qtité de l'aliment consommé par 1kg de gain de poids	2,01	2,18	2,10
Coût de l'aliment pour 1kg de gain de poids (FCFA)	407,69433	432,69294	416,1843
Prix de vente d'un 1kg de Poids carcasse	1600	1600	1600
Bénéfice brut alimentaire réalisé par 1kg de poids carcasse (FCFA)	1192,30567	1167,30706	1183,8157
Bénéfice brut par rapport à la ration témoin (FCFA)	0	-24,99861	-8,48997

A l'issue de cette analyse économique, nous constatons que nous avons quand même une marge bénéficiaire acceptable avec les rations à base de sorgho. Mais en comparaison avec la marge bénéficiaire de la ration témoin, elle est inférieure. Ceci se justifie par le fait que la période pendant laquelle nous avons mené notre étude était une période de soudure pour le sorgho au Sénégal, ce qui a donc entraîné une augmentation des prix de cette céréale sur le marché sénégalais, associé à cela l'indice de consommation élevé pour les oiseaux nourris au sorgho a conduit à une élévation du coût de l'aliment par kg de gain

de poids. Il n'en demeure pas moins que le maïs donc le prix est de plus en plus croissant sur le marché pourra être remplacé par le sorgho dans la ration des volailles. Ces données nous amènent donc à recommander une vulgarisation de la culture du sorgho au Sénégal, qui possède un climat propice à la culture de cette céréale.

2-2. DISCUSSION

2-2-1 EFFET DE LA SUBSTITUTION DU SUR LE POIDS VIF ET LE GAIN MOYEN QUOTIDIEN

La supériorité non significative du poids des oiseaux nourris au maïs (L_0) suivi de ceux du lot L_{100} en fin d'essai est en accord avec les résultats de **Borstein et Bartov (1967)** qui en comparant le sorgho et le maïs comme principale source de céréales dans les rations de volaille ont obtenu à 5 semaines des poids de 652 g pour les oiseaux nourris au maïs, 644g pour les oiseaux nourris à l'aide d'une ration où le maïs a substitué le sorgho à 50% et 651g pour les oiseaux nourris à l'aide d'une ration à base de sorgho. Mais nos résultats sont meilleurs car nous avons utilisé des souches de poussin différentes. Ces résultats s'opposent aux travaux de **Ibrahim et al. (1988)** qui à 35 jours ont montré de meilleurs résultats avec le maïs (1241g) alors qu'au même âge, nous avons obtenu 1301g (L_{50}), 1333g (L_{100}) contre seulement 1292g (L_0)

Les poulets des trois lots croissent pratiquement à la même allure nous avons cependant une légère différence au niveau des GMQ avec 67,09g pour L_0 et respectivement 65,23g et 66,45g pour L_{50} et L_{100} et nous n'observons aucune différence significative entre les différents lots ($p > 0,05$). Malgré une vitesse de croissance sensiblement égale, nous notons une différence pondérale en faveur de L_0 . **Gualtieri et Rapaccini (1990)**, dans une étude bibliographique sur

l'utilisation du sorgho dans l'alimentation des volailles, attribuent ces faits aux tanins contenus dans le sorgho. En effet, des concentrations élevées de tanins réduisent la consommation alimentaire (**Rostango et al. 1973**), la digestibilité et la rétention azotée (**Stephenson., 1972; Nelson et al., 1975**).

2-2-2 EFFETS DE LA SUBSTITUTION SUR LA CONSOMMATION ET L'INDICE DE CONSOMMATION

Il est à noter que le sorgho pauvre en tanins (qu'on retrouve en Afrique) présente une bonne digestibilité et un meilleur niveau de consommation chez les poulets de chair (**Vias 1995**). Bien que n'est pas significative, les résultats de la consommation alimentaire des lots L₀, L₅₀ et L₁₀₀ sont contraires aux résultats obtenus par **Mouhamadain (1986)**. Il rapporte une consommation plus élevée chez les oiseaux nourris au maïs (4,7 kg/poulet) contrairement à ceux soumis au sorgho(4,00 kg/poulet) tandis que dans notre expérimentation ce sont les oiseaux nourris au sorgho qui ont les consommations les plus élevées (138g et 137,43 g). Ces résultats sont conformes à ceux de **Vias (1995)** qui rapporte une consommation plus élevée pour le lot des oiseaux nourris au sorgho avec 84,03g. Nous pouvons expliquer la consommation élevée de L₁₀₀ par rapport au résultat de **Vias (1995)** par le gaspillage et aussi la faible digestibilité du sorgho entraîne une consommation élevée des poussins, pour pouvoir combler leurs besoins.

S'agissant de l'indice de consommation, malgré la différence non significative, les poulets de L₀ présentent le meilleur indice 2,01 ; contre 2,18 et 2,10 respectivement, pour L₅₀ et L₁₀₀. Ce qui signifie que les poulets du lot L₀ valorisent mieux l'aliment A₀ (Témoin) par rapport aux poulets des lot L₅₀ et L₁₀₀. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par beaucoup d'autres auteurs. **Mouhamadain et al. (1986)** trouvent 2,48 et 2,73, respectivement pour les oiseaux nourris au maïs et ceux nourris au sorgho. L'indice de consommation

toujours plus élevé chez les oiseaux nourris au sorgho à cause de la présence des tanins dans le sorgho. En effet, selon **Hulse cité par Mouhamadain, 1986** les tanins réduisent la digestibilité des protéines et inhibent certaines enzymes digestives.

2-2-3 EFFETS DE LA SUBSTITUTION SUR LA CARCASSE

Les poulets du lot L₅₀ présentent le meilleur rendement carcasse, 85% suivi de ceux du lot L₀ (84,85%) et du lot L₁₀₀ (82,63%). Cependant, les oiseaux du lot témoin ont le meilleur poids carcasse même s'il n'y a pas de différence significative entre ces différents lots. Ces résultats sont supérieurs à ceux de **Vias (1995)** dont le meilleur rendement est de 71,43% pour les oiseaux soumis à une ration à base de maïs. Le meilleur résultat obtenu au niveau du lot L₅₀ s'expliquerait par le fait que les poulets nourris au maïs sont moins gras que ceux recevant du sorgho (**Vias 1995**).

S'agissant du poids carcasse, nos résultats corroborent ceux de Mouhamedain et al (1986) qui a eu pour résultat un poids carcasse éviscéré de 1,24 kg pour les oiseaux nourris au maïs contre 1,04 kg pour les oiseaux nourris au sorgho.

2-3 RECOMMANDATIONS

Nos recommandations s'adressent aux acteurs intervenant dans le secteur de l'élevage au Sénégal à savoir les agriculteurs, les fabricants d'aliment et l'Etat.

2-3-1 RECOMMANDATION EN DIRECTION DES AGRICULTEURS

Les agriculteurs sénégalais doivent être motivés pour la promotion de l'aviculture. Pour se faire, il est nécessaire de se mettre en coopérative afin de promouvoir la culture en grande quantité de céréales telles que le sorgho, qui est une plante qui ne nécessite pas autant d'eau que le maïs. De plus, le projet « la Grande Offensive Agricole pour la Nourriture et l'Abondance (GOANA) »,

initié par le Chef de l'État sénégalais Me Abdoulaye Wade dans le but d'arriver à l'autosuffisance alimentaire dans son pays, est une opportunité pour vulgariser la production en masse du sorgho donc l'utilisation en alimentation avicole a été satisfaisante dans cette étude.

2-3-2 RECOMMANDATION EN DIRECTION DES FABRIQUANTS D'ALIMENT ET ACTEURS DE L'ALIMENTATION ANIMALE

Les fabricants d'aliment devraient se lancer dans la fabrication d'aliment pour volaille à base du sorgho, qui possède une valeur nutritive similaire à celle du maïs et qui représente une alternative à la probable hausse des prix et/ou pénurie de maïs. Actuellement sur le marché sénégalais, le prix du sac d'aliment est passé de 12500 FCFA en 2006 à 14000 FCFA en 2008 du fait de l'augmentation sans cesse du coût du maïs, d'où la nécessité d'expérimenter et de vulgariser de nouvelles formules alimentaires à base de ressources alimentaires locales alternatives.

2-3-3 RECOMMANDATION EN DIRECTION DE L'ETAT

L'état devrait s'impliquer dans l'organisation de la filière avicole en proposant des subventions aux agriculteurs et en contribuant à la vulgarisation du sorgho qui est une plante des pays Sahéliens.

CONCLUSION :

Les productions avicoles représentent une part de plus en plus importante dans l'approvisionnement des populations en protéines animales, particulièrement au Sénégal. La viande de volaille présente de nombreux atouts qui sont : son bas prix par rapport à d'autres produits carnés, l'absence d'interdit religieux à son encontre, ses qualités nutritionnelles et la facilité de sa production (cycle d'élevage court). La filière avicole contribue pour 27% à la fourniture des produits carnés de la consommation humaine et pour 28% de l'apport journalier des protéines de la ration en 1998 (**Kwin, 2007**)

Cependant, l'aviculture moderne constitue une spéculation relativement onéreuse et exogène compte tenu de sa situation de dépendance externe en matières premières alimentaires dans la plupart des pays. Le développement de l'aviculture est lié d'une part à la maîtrise des grandes pathologies et d'autres parts à la connaissance de l'alimentation dont la base est constituée de céréales. La principale céréale utilisée en Afrique tropicale sèche étant le maïs, son utilisation adéquate permettrait d'augmenter les performances des poulets de chair. Mais son prix élevé, son utilisation dans la production des biocarburants et la forte compétitivité de sa consommation entre l'Homme et l'animal, nous à amener à nous intéresser à une autre céréale qui est le sorgho et dont la valeur nutritive est similaire à celle du maïs. L'objectif de cette étude est donc d'évaluer les effets de la substitution du maïs par le sorgho sur les performances zootechniques des poulets de chair au Sénégal. Elle a porté sur 492 poussins de souche Cobb 500 non sexés répartis à partir de la phase de croissance en 3 lots (L_0 , L_{50} et L_{100}) de 164 sujets chacun. Trois types d'aliments A_0 , A_{50} et A_{100} ont été testés, correspondant respectivement à des taux de substitution de 0, 50 et 100% de sorgho ; A_0 étant l'aliment témoin. Chaque traitement comporte 4

répétitions de 41 sujets chacun. Des résultats de cette étude, il ressort que les poids vifs obtenus étaient de $1,871 \pm 0,22$ kg, $1,823 \pm 0,19$ kg et $1,870 \pm 0,17$ kg, les gains moyens quotidiens (GMQ) de $67,08 \pm 1,99$ g, $65,17 \pm 1,78$ g et $66,46 \pm 0,86$ g, respectivement, pour les poulets ayant reçu les rations A_0 ; A_{50} ; A_{100} . Le lot L_0 à le poids le plus élevé suivi de L_{100} et enfin L_{50} . Les consommations alimentaires individuelles étaient de $129,04 \pm 4,69$ g, $138,86 \pm 10,17$ g et $137,43 \pm 2,94$ g et les indices consommations de $2,01 \pm 0,26$; $2,18 \pm 0,41$ et $2,10 \pm 0,10$ respectivement pour les poulets des lots L_0 , L_{50} et L_{100} . Les poids carcasses obtenus à l'abattage étaient, respectivement, de $1,591 \pm 0,22$ kg, $1,558 \pm 0,18$ kg et $1,540 \pm 0,16$ kg correspondant à des rendements carcasses de $84,85 \pm 0,47\%$, $85 \pm 0,28\%$ et $82,63 \pm 0,55$ pour les poulets soumis aux rations A_0 ; A_{50} et A_{100} .

Pour les différentes performances étudiées (PV, GMQ, IC, PC) dans chacun des traitements, les tests statistiques d'ANOVA ont montré qu'il n'y a aucune différence significative entre les résultats des différents traitements ($p > 0,05$). Nos résultats ont montré que le maïs peut être substitué par le sorgho jusqu'à 100% sans affecter négativement les performances de production du poulet de chair. Le sorgho peut être donc recommandé dans l'aliment croissance et finition des poulets de chair. A la suite de ces résultats nous éprouvons la nécessité de promouvoir la culture du sorgho qui sans doute est une alternative au maïs, surtout qu'il existe des sorghos sans tanins. De plus il serait judicieux de reprendre l'essai avec des niveaux de substitutions plus important (0, 25, 50, 75, 100%) afin de valider ces résultats

BIBLIOGRAPHIE

[1] ANGULO-CHACON I., 1986.

Ressources nutritionnelles locales dans un pays tropical. *Revue de l'alimentation animale*, (395) : 41- 48.

[2] ANSELME B., 1987.

L'aliment composé pour la volaille au Sénégal : situation actuelle, contribution à son amélioration par une meilleure valorisation des ressources nutritionnelles locales. Thèse : Méd. Vét.: Toulouse ; 87.

[3] Bornstein S. et Bartov I., 1967.-Comparisons sorghum grain Milo maize as principal cereal grain source poultry rations Their relative feeding value for broilers

British poultry Science,8 (3) :213-221

[4] CIEWE S., 2006.

Évaluation de l'effet de la nature et du niveau de la matière grasse alimentaire sur la productivité du poulet de chair.

Thèse : Méd. Vét : Dakar ; 16.

[5] CONAN L., METAYER J P., LESSIRE M., WIDIEZ J.L., 1992

Teneur en énergie métabolisable des céréales françaises pour les volailles. Synthèse d'enquêtes annuelles

INRA Prod. Anim., 5(5) : 329-338.

[6] DIALLO K ., DERAVIDA A et BAHUS J., 1994.

Elevage intensif: Perspective après la dévaluation: le défi de l'alimentation avicole.

Afrique-Agriculture,(212) :20-40

[7]. DIOP A., 1982.

Le poulet de chair au Sénégal, production, commercialisation et perspectives de développement.

Thèse : Méd. Vét : Dakar ; 8.

[8] FAO (Organisation des Nations -Unies pour l'Alimentation et l'agriculture) 1987.

Amélioration et production du maïs, du sorgho et du mil.

Rome: F.A.O.- 320p.

[9] FAO (Organisation des Nations-Unies pour l'Alimentation et l'agriculture) 1993.

Le maïs dans la nutrition Humaine.

Rome: F.A.O.- 190p.

[10] FERRANDO R., 1969

Alimentation du poulet de chair et de la poule pondeuse.- Paris :Vigot Frères.- 197p.

[11] GAB-WE B., 1992.

Contribution à l'étude de l'influence de la qualité des lipides alimentaires sur les performances de croissance et l'état d'engraissement du poulet de chair.

Thèse : Méd. Vét : Dakar ; 11

[12]. HANCOCK J. et SOUMANA S., 2007.- Broiler Chicks : Growth and carcass Characteristics [en ligne]. Accès internet : <http://intsormil.org> (consulté le 19 février 2008)

[13] HULSE J.H., LAING E M et PEARSON O E., 1980.

Sorghum and millets : their composition and nutritive value New york, academic press 997p.

[14] IBRAHIM S., FISCHER C., ELALAILY H., SOLIMAN H., ANWAR A., 1988.

Improvement of the nutritional quality of egyptian and sudanese sorghum grain by the addition of phosphates.

British poult.sci. 29 : 721-728

[15] Institut de Sélection Animale., 1985.

Guide d'élevage du poulet de chair.-Lyon : ISA.-20 p.

[16] IEMVT 1991.

Aviculture en zone tropicale.-Paris : Ministère français de la coopération et du developpement.-186p.-(Manuel et prédis d'élevage)

[17] INRA., 1979.

Alimentation des volailles : le poulet de chair.

2^{ème}. Ed.- Versailles : Edition INRA.-19p.

[18] INRA., 1984.

Alimentation des animaux monogastriques : Porc, lapin, volailles.- Paris : INRA.- 289p.

[19] INRA., 1989.

L'alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volailles.- 2^{ème} éd.- Paris :INRA.-282p.

[20] KEBE C., 1989.

Etude des protéines conventionnelles et non conventionnelles au Sénégal.

Thèse: Méd. Vét : Dakar ;13.

[21] KOLB., 1975

Physiologie des Animaux domestiques

Paris : Ed. Vigot-Frères .- 974 p.

[22] KWIN H., 2007

Effet du chaponnage sur les performances de croissances et les caractéristiques de carcasse des coquelets.

Thèse : Méd Vét : Dakar ; 30

[23] LARBIER M et LECLERCK B., 1992

Nutrition et alimentation des volailles.

Paris : INRA.- 355p.

[24] [LOUL S. 1998.

Alimentation discontinue ou séparée en céréales chez les poulets de chair en zone tropicale.

Th : Méd. Vét : Dakar ; n°19

[25] MABALO K., 1993.

Influence de l'apport qualitative du phosphore sur la consommation alimentaire, le métabolisme phosphocalcique et les performances de croissance du poulet de chair en milieu sahélien.

Thèse:Méd.Vét: Dakar;20.

[26] MCNAB J.M., BOORMAN K.N., 2002

Poultry Feedstuffs. Supply, Composition and Nutritive Value

Wallingford: CABI Publishing.-427p.

[27] MOUHAMEDAIN G.M., BABIKER S.A et MOUHAMED T.A., 1986

Effect of feeding millet, maize and sorghum grain on performance, carcass yield and chemical composition of broiler meat. *Trop-Agric.2(63):173-176*

[28] NELSON T.S., STEPHENSON E.L., BURGOS A., FLOYED J et JOHN O., 1975.

Effect of tannin content and dry matter digestion on energy utilization and average amino acid availability of hybrid sorghum grains.

Poult.Sci, **54**: 1620-1623.

[29] NICOLAS D., 2007.

Utilisation du sorgho en alimentation animale.

Thèse : Méd. Vét: Lyon ;27

[30] NOIROT V.; BOUVAREL I.; BARRIER-GUILLOT B.; CASTAING J.; ZWICK J.L et PICARD M., 1998.

Céréales entières pour le poulets de chair : le retour ?

INRA Prod. Anim., **11**(5) : 349-357.

[31] PARIGI - BINI R., 1986.

Bases de l'alimentation du bétail.- Pise : Université de Pise.-292p.

[32] POLIN D. et HUSSEIN T.H., 1982.

The effect of Bile acid on lipid and nitrogen retention carcass composition, and dietary energy metabolizable in very young chicks.

Poultry science, **61**: 1697 – 1707.

[33] QUEMENEUR P., 1988.

La production du poulet de chair.

Revue du Syndicat National des Vétérinaires Inspecteurs du Ministère de l'Agriculture Français, (100 à 103) : 241-253.

[34] SALUNKHE D K., JADHAV S J., KADAM S S., CHAVAN J K., 1982.

Chemical biochemical and biological significance of polyphenols in cereals and legume. CRC. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 17 :227-305.

[35] SANOFL., 1996.

Guide de l'Aviculture Tropicale.- Libourne-France.-117 p.

[36] SAKANDE S., 1993.

Contribution à l'étude de l'influence des apports en protéines alimentaires sur les performances de croissance et le rendement carcasse de la pintade commune (*Numida meleagris*) et du poulet de chair (*Gallus domesticus*).

Thèse : Méd.Vét : Dakar ; 23.

[37] SAUVANT D., PEREZ J.-M., TRAN G., 2002.

Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage

Paris : INRA Editions.-301 p.

[38] SCOTT M. L., NESHEIM M. C et YOUNG R. J., 1976.

Nutrition of chicken.- Itace; New York: M.L Scott and associates Publishers.-555p.

[39] SCWARZ H.J., PETER V et MAZANOWSKI A., 1987.

Internationales Handbuch der Tierproduktion

Berlin: D.L.V.- 600p.

[40] SESHIAIAH M.P., 2000. Sorghum grain in poultry feed: (240-241) In: Technical and institutional options for sorghum grain mold management: proceedings of an international consultation, 18-19 May 2000, ICRISAT, Patancheru, India (Chandrashekar, A., Bandyopadhyay, R., and Hall, A.J., eds.). Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.

[41] SMITH A.J., 1992.

L'élevage de la volaille.- Paris A.C.C.T

Ed maison neuve et la rose ; Wageningen : C.T.A.-vol1- 123p.- (Technicien d'agriculture tropicale)

[42] PRESENTATION DE LA FILIERE CEREALIERE FRANÇAISE., (2007)

Répartition des utilisations du maïs [en ligne] Accès internet :

http://www.agpb.fr/fichier/publication/filiere_cerealier.pdf (consulté le 19 février 2008).

[43] INDUSTRIE DE TRANSFORMATION DES POISSONS., (2007)

Performances de la farine de poisson chez les poulets de CHAIR (en ligne) Accès internet : <http://www.itp-sarl.com/produit.htm> (consulté le 19 février 2008).