

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



ANNEE 2009

N° 18

**EFFETS DE LA NATURE DES CEREALES ET DE LA TAILLE
PARTICULAIRE SUR LES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES DES
POULETS DE CHAIR**

THESE

Présentée et soutenue publiquement le **31 octobre à 10 heures**
Devant la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontostomatologie de Dakar
pour obtenir le grade de **DOCTEUR VETERINAIRE (Diplôme D'Etat)** par :

NGA OMBEDE Sabine Ninelle

Jury

Président :

M. Bernard Marcel DIOP

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

**Directeur et Rapporteur :
de Thèse**

M. Ayao MISSOHOU

Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar

Membres:

M. Yalacé Yamba KABORET

Professeur à l'Ecole Inter-Etats des
Sciences et Médecine Vétérinaires de
Dakar

M. Serge Niangoran BAKOU

Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar

Co-directeur :

M. Joe D. Hancock,
Professeur au Kansas State
University de Manhattan



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 M. Germain Jérôme SAWADOGO**

Coordonnateur des Stages et
De la Formation Postuniversitaire

▫ **Professeur Justin Ayayi AKAKPO**

Coordonnateur Recherches et Développement

▫ **Professeur Moussa ASSANE**

Coordonnateur des Etudes

Année Universitaire 2008 - 2009

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 conférences agrégé
Gualbert Simon NTEME ELLA	Assistant
Mlle Sabine NGA OMBEDE	Monitrice
Mr Bernard Agré KOUAKOU	Moniteur
Mlle Rose Eliane PENDA	Docteur Vétérinaire Vacataire

2. CHIRURGIE –REPRODUCTION

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

3. ECONOMIE RURALE ET GESTION

Cheikh LY	Professeur
Adrien MANKOR	Assistant
Mr Gabriel TENO	Moniteur

4. PHYSIOLOGIE-PHARMACODYNAMIE-THERAPEUTIQUE

Moussa ASSANE	Professeur
Rock Allister LAPO	Assistant
Mr Sabra DJIGUIBET	Moniteur

5. PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES

Germain Jérôme SAWADOGO	Professeur
Mouiche MOULIOM MOCTAR	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mr Pascal NYABINWA	Moniteur

6. ZOOTECHNIE-ALIMENTATION

Ayao MISSOHOU	Professeur
Simplice AYESSIDEWEDE	Assistant
Mr Kouamé Marcel N'DRI	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
M. David RAKANSOU	Docteur Vétérinaire Vacataire
M. Eugène NIYONSIMA	Moniteur

2. MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE-PATHOLOGIE INFECTIEUSE

Justin Ayayi AKAKPO	Professeur
Mme Rianatou ALAMBEDJI	Professeur
Philippe KONE	Assistant
Jean Marc FEUSSOM KAMENI	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
Paul Armand AZEBAZE SOBGO	Docteur Vétérinaire Vacataire

4. PATHOLOGIE MEDICALE-ANATOMIE PATHOLOGIQUE - CLINIQUE AMBULANTE

Yalacé Yamba KABORET	Professeur
Yaghoubba KANE	Maître-assistant
Mireille KADJA WONOU	Assistante
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
Togniko Kenneth TCHASSOU	Moniteur
Enock NIYONDAMYA	Moniteur

5. PHARMACIE-TOXICOLOGIE

Félix Cyprien BIAOU	Maître-Assistant (<i>en disponibilité</i>)
Gilbert Komlan AKODA	Assistant
Assiongbon TEKOU AGBO	Assistant
Abdou Moumouni ASSOUMY	Moniteur

C. DEPARTEMENT COMMUNICATION

CHEF DE DEPARTEMENT : YALACE YAMBA KABORET, Professeur

SERVICE

1. BIBLIOTHEQUE

Mariam DIOUF	Documentaliste
--------------	----------------

2. SERVICE AUDIO-VISUEL

Bouré SARR	Technicien
------------	------------

3. OBSERVATOIRE DES METIERS DE LELEVAGE (OME)

D. SCOLARITE

El Hadji Mamadou DIENG
Mlle Houénafa Chimelle DAGA
Mlle Aminata DIAGNE

Vacataire
Monitrice
Secrétaire

PERSONNEL VACATAIRE (Prévu)

1. BIOPHYSIQUE

Boucar NDONG Assistant Faculté de Médecine et de Pharmacie UCAD

2. BOTANIQUE

Dr Kandouioura NOBA Maître de Conférences (**Cours**)
Dr 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 Professeur
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 DIAWARA Direction de l'Elevage du Sénégal

PERSONNEL EN MISSION (Prévu)

1. TOXICOLOGIE CLINIQUE

Abdoulaziz EL HRAIKI

Professeur Institut
Agronomique et Vétérinaire Hassan II
Rabat (Maroc)

2. PATHOLOGIE CHIRURGICALE

Mohamed AOUINA

Professeur
Ecole Nationale de Médecine
Vétérinaire de TUNISIE

3. REPRODUCTION

Hamidou BOLY

Professeur
Université de BOBO-DIOULASSO
(Burkina Faso)

4. ZOOTECHNIE-ALIMENTATION ANIMALE

Jamel RKHIS

Professeur
Ecole Nationale de Médecine Vétérinaire
de TUNISIE

PERSONNEL ENSEIGNANT CPEV (Prévu)

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
Mame Diatou GAYE SEYE

Maître de Conférences
Maître de Conférences
Faculté des Sciences et techniques

UCAD

Rock Allister LAPO

Assistant (**TP**)
EISMV – DAKAR

Momar NDIAYE

Assistant (**TD**)
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

5. BIOLOGIE VEGETALE

Dr Aboubacry KANE
Dr Ngansomana BA

Maître-assistant (**Cours**)
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

Gualbert Simon NTEME ELLA

Assistant - 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

Travaux Pratiques

Houénafa Chimelle DAGA

Monitrice

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail :

A l'Éternel Dieu tout puissant : car quiconque remet sa vie entre tes mains, tu ne l'abandonnes point.

A mes chers parents :

Celui qui m'a indiqué la bonne voie en me rappelant que la volonté fait toujours les grands hommes : **à mon Père OMBEDE OHANDJA TELESPHORE**

A celle qui a attendu avec patience les fruits de sa bonne éducation : **à ma Mère NKE MARIE HORTENSE.**

Je ne trouverais assez les mots pour exprimer tout mon amour, ma reconnaissance et ma profonde gratitude pour les sacrifices consentis

A mes grands parents : je bénis le Seigneur car vous avez l'occasion de voir ce qu'est devenue votre petite fille.

A ma petite sœur **Sandrine**, à mes petits frères **Boris, Ghislain et Junior** : ma pensée pour vous est profonde, j'aurai aimé que vous soyez là. En leurs espérant le plein succès dans leur vie, que ce travail vous inspire, je vous invite à faire mieux. Que Dieu vous garde.

A ma petite nièce **Savannah** : je te souhaite la bienvenue sur cette terre.

A messieurs **Georges OKALA et Barnabé ELOUNA** : merci

A mes oncles et tantes paternels et toute la grande famille **OHANDJA**,

A ma tante **Marie-jo** : une pensée profonde.

A à mes oncles et tantes maternels sans oublier la grande famille **ZOGO.**

A mes cousins Josiane et sa sœur, Eric, Séraphin, Edwige et son petit frère, Sylvie, Fabrice, à tous ceux dont je n'ai pas cité les noms, je ne vous oublie pas.

A toute ma famille et tous mes amis et tous ceux qui me sont chers Que Dieu vous garde

A mes complices de galère : **Awa DIOUF, Jessica KAMBIRE, Marie-Josine**, la terre est un village planétaire, nous nous retrouverons bientôt.

A mon amie, ma sœur, ma complice, **Françoise BOUBA**, il nous a été donné de partager une grande l'amitié. L'amitié c'est pour la vie.

A une grande amie **Aimée NTEBE.**

A mes GRANDES SOEURS les **DR Carine, Penda, Bend, Bouopda, Kenmogne**, je n'oublierai jamais les bons moments passés ensemble.

A mes A mes grand frères : les Dr **Donatien, Protais, Salifou, Maman Ndam, Martin, Hellow, Woumbou, Betene, Demanou, Mougang, Bofia, Papa Samy le un des uns, Elie, Efandene, Dour-yang, viban, kasse christian, jean-marc, mossus, florent** et tous mes aînés dont je n'ai pas citer de noms.

A la dream team **moctar, armand, fabrice, awounam, arouna, panda rose, martin alias tino, tonton Eric, oumate, alkaïssou,**

A mes amis et amies **Nathalie, Laetitia, Olivier, Rachelle, Bello, constant siko, laurine, Dorothee, MIGUIRI alias le prési, josiane, NANA NOAH alias ALLAN PAPY, Aziz**. Je ne nous souhaite que du bonheur. Merci pour tout.

A la famille **NJIKAM** : merci pour toute l'affection que vous m'avez accordée.

A tous ceux que j'ai connu à Dakar, si je vous ai fait du mal je vous demande pardon. A ceux qui m'en ont fait je vous pardonne. «**Le Seigneur dit, l'amour Pardonne tout...**».

A notre marraine de promotion, le **Dr french** et notre professeur accompagnateur **M. Bakou** : votre sagesse nous inspire

A mes frères et sœurs de la 36^e promotion, je ne citerai pas de noms

A mes frères et sœurs de Nda bot.

A mes frères et sœurs de la CAVESTAS.

A l'AEVD.

A tous mes amis de l'école, vous allez me manquer.

A tous nos illustres maîtres de l'EISMV, pour la qualité de leur enseignement.

A ma patrie le CAMEROUN.

Au pays de l'hospitalité légendaire, le SENEGAL.

Au Diagnostic théâtre.

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

REMERCIEMENTS

Ce n'est pas facile d'arriver à accomplir mon travail sans aide ni conseils à cause des problèmes rencontrés tant pratiques que théoriques. Pour cela j'exprime tout d'abord mes gratitude et mes plus vifs remerciements

- A mon directeur et rapporteur de thèse le Professeur Ayao MISSOHOU d'avoir favoriser ce travail et de m'avoir encadré.
- A Monsieur SALISSOU Issa, merci de m'avoir confié ce travail et d'avoir œuvré pour sa réalisation ;
- A monsieur le président du jury pour l'honneur qu'il m'a fait d'avoir assister à ma soutenance
- A notre professeur accompagnateur Pr. Serge BAKOU, merci infiniment
- A notre marraine le Dr Cherry Meryl FRENCH, sincère reconnaissance.

A NOS MAITRES ET JUGES

A notre Maître et Président de Jury

M. Bernard Marcel DIOP

Professeur à la faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto Stomatologie de Dakar Vous nous faites un grand honneur en acceptant avec spontanéité de présider ce jury malgré vos multiples occupations. Trouver ici l'expression de nos sincères remerciements et de notre profonde gratitude.

A notre Maître, Directeur et Rapporteur de Thèse

Monsieur Ayao MISSOHOU,

Professeur à l'EISMV de Dakar

Vous avez dirigé et assisté ce travail de son idée à sa réalisation. Vos qualités intellectuelles et humaines, votre amour pour le travail bien fait nous ont marqué, même si vous nous avez bien des fois terrorisés. Veuillez trouver ici l'expression de notre profond respect et de notre profonde gratitude.

A notre Maître, co-Directeur de Thèse

Monsieur Joe D. HANCOCK,

Professeur au département des sciences et industries animales de Kansas State University de Manhattan

Vous avez initié ce travail de son idée à sa réalisation. Vos qualités intellectuelles, scientifiques, humaines et pédagogiques remarquables m'ont permis de profiter de vos connaissances et ont contribué à l'avancement de mon travail. Vous m'avez accordé votre confiance pour ce travail. Veuillez trouver ici l'expression de notre profond respect et de notre profonde gratitude.

A notre Maître et Juge,

Monsieur Yalacé Yamba KABORET

Professeur à l'EISMV de Dakar

Vous avez accepté avec spontanéité de siéger dans ce jury de thèse. Votre rigueur scientifique et votre sens aigu des relations humaines forcent le respect et l'admiration. Sincères remerciements et profonde reconnaissance.

A notre Maître et Juge,

Monsieur Serge N BAKOU

Professeur à l'EISMV de Dakar

Vous nous faites un grand honneur en acceptant de juger ce travail malgré votre Calendrier très chargé.

Nous gardons de vous, d'un monsieur très attentionné. Vos qualités humaines, votre sens de l'écoute des étudiants nous ont marqué à jamais. Hommage respectueux.

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

LISTE DES ABBREVIATIONS

AFNOR: Association française de normalisation

C : Celsius

EISMV: Ecole Inter Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations

FCFA: Franc de la communauté Financière Africaine

GMQ: Gain Moyen Quotidien

I.S.A.: Institut de Sélection Animale

IC : Indice de consommation

IEMVT : Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des pays Tropicaux

INRA : Institut National de Recherches Agronomiques

INTSORMIL: International Sorghum and Millet

ITAVI : Institut Technique de l'Aviculture

J: Jour

MAT: matière azotée totale

MG: matière grasse

MS: matière sèche

NRC: United States National Research Center

p.p.m : partie pour million

SEDIMA : Société de Distribution du Matériel Avicole

SPSS: Statistical Package for the Social Science

TDN: nutriment digestible total

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE I : FICHE DE CONSOMMATION ALIMENTAIRE ET AMBIANCE

ANNEXE II : FICHE DE PESEE DES OISEAUX DE L'ESSAI

ANNEXE III : FICHE DE MORTALITE

ANNEXE IV : FICHE D'ABATTAGE

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Anatomie topographique de l'appareil digestif de volaille.....	4
Figure 2: Structure du grain de céréale	Erreur ! Signet non défini.
Figure 3: Répartition des poussins au démarrage.....	47
Figure 4: Volaille baguée.....	47
Figure 5: Répartition des oiseaux dans le bâtiment pendant la phase de croissance-finition..	48
Figure 6: Pesée individuelle des sujets.....	56
Figure 7: Pesée des différentes caractéristiques de carcasse.....	57
Figure 8: Evolution du poids vif des oiseaux en fonction des traitements au cours de l'expérimentation.....	60
Figure 9: Evolution de la consommation alimentaire individuelle des oiseaux en fonction des traitements.....	65
Figure 10: Carcasses de poulets présentant le syndrome ascite du poulet de chair.....	68

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Localisation et effets d'importantes enzymes participant à la digestion chez les volailles	8
Tableau II: Besoins quotidiens des animaux	9
Tableau III: Apports recommandés pour l'énergie et les protéines	11
Tableau IV: Classification des acides aminés.....	13
Tableau V: Apports recommandés en protéines et acides aminés pour le poulet (non sexé ou mâle) en démarrage et en croissance (% du régime).....	14
Tableau VI: Apports recommandés en protéines et acides aminés pour le poulet (non sexé ou mâle) en finition (% du régime)	15
Tableau VII: Apports recommandés en minéraux essentiels chez le poulet de chair.....	17
Tableau VIII: Apports recommandés en oligo-éléments chez le poulet de chair.....	17
Tableau IX: Apports recommandés en vitamines dans l'aliment du poulet de chair	18
Tableau X: Composition chimique du maïs récolté au Sénégal	26
Tableau XI: Teneur du maïs en différents acides aminés	27
Tableau XII: Coefficients de digestibilité établis pour le maïs	28
Tableau XIII: Composition chimique de quatre souches de sorgho cultivées en 1976 au Sénégal	29
Tableau XIV: Teneur du sorgho en différents acides aminés.....	30
Tableau XV: Récapitulatifs des essais de substitution du maïs par le sorgho	34
Tableau XVI: Régimes utilisés par traitement.....	50
Tableau XVII: Planning de prophylaxie médicale	53
Tableau XVIII: Planning d'alimentation et présentation des aliments	54
Tableau XIX: Température et hygrométrie moyennes selon la période d'élevage.....	55
Tableau XX: Paramètres de croissance en fonction de la nature des céréales et de la taille des particules	62
Tableau XXI: Paramètres de consommation en fonction de la nature des céréales et de la taille des particules	64
Tableau XXII: Caractéristiques de carcasse en fonction de la nature des céréales et de la taille des particules	66
Tableau XXIII: Tableau comparatif des mortalités.....	67
Tableau XXIV: Etude économique.....	69

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	3
CHAPITRE I : PARTICULARITES SUR L'ALIMENTATION DU POULET DE CHAIR AU SENEGAL	4
I.1. ANATOMIE DE L'APPAREIL DIGESTIF DU POULET	4
I.1.1. CAVITE BUCCALE	4
I.1.2. OESOPHAGE	5
I.1.3. ESTOMAC	5
I.1.4. INTESTIN	5
I.1.5 GLANDES ANNEXES DU TUBE DIGESTIF	6
I.1.5.1. Foie	6
I.1.5.2. Pancréas	6
I.1.5.3. Rate	6
I.2. DIGESTION CHEZ LA VOLAILLE	7
I.3. BESOINS ALIMENTAIRES DU POULET DE CHAIR	9
I.3.1. BESOINS EN EAU	9
I.3.2. BESOINS EN ENERGIE	10
I.3.3. BESOINS EN PROTEINES	11
I.3.4. BESOINS EN MINERAUX ET EN OLIGO-ELEMENTS	15
I.3.5. BESOINS EN VITAMINES	17
I.3.6. BESOINS EN CELLULOSE	18
I.4. MATIERES PREMIERES GENERALEMENT UTILISEES ET LEURS APPORTS	19
I.4.1. SOURCES D'ENERGIE	19
I.4.1.1. Céréales	19
I.4.1.2. Sous-produits des céréales	21
I.4.1.3. Matières grasses	21
I.4.2. SOURCES DE PROTEINES	22
I.4.2.1. Tourteaux de soja	22
I.4.2.2. Tourteau d'arachide et de coton	22
I.4.2.3. Levures	23

I.4.2.4. Farine de poisson	23
I.4.2.5. Farine de sang	23
I.4.3. SOURCES DE MINERAUX ET VITAMINES	23
CHAPITRE II : MAIS ET SORGHO DANS L'ALIMENTATION DU POULET DE CHAIR.....	24
II.1. VALEURS NUTRITIONNELLES DU MAIS ET DU SORGHO.....	24
II.1.1. MAIS LOCAL	24
II.1.1.1. Composition chimique	24
II.1.1.2. Valeur énergétique	25
II.1.1.3. Valeur protéique.....	25
II.1.1.4. Digestibilité du maïs.....	26
II.1.2. SORGHO LOCAL	27
II.1.2.1. Composition chimique	27
II.1.2.2. Valeur énergétique	28
II.1.2.3. Valeur protéique.....	28
II.1.2.4. Minéraux, vitamines et facteurs antinutritionnels.....	29
II.1.2.5. Digestibilité	31
II.2. SORGHO DANS LE REGIME ALIMENTAIRE DES VOLAILLES	31
II.2.1. CONSOMMATION ALIMENTAIRE ET INDICE DE CONSOMMATION.....	34
II.2.2. PERFORMANCE DE CROISSANCE ET D'ENGRAISSEMENT.....	34
II.2.3. RENDEMENT CARCASSE	35
II.2.4. VITALITE ET MORTALITE	35
CHAPITRE III : GRANULOMETRIE DE L'ALIMENT	36
III.1. PRINCIPE, MESURE ET OBTENTION	36
III.1.1. PRINCIPE	36
III.1.2. MESURE GRANULOMETRIQUE	36
III.1.2.1. Signification de la mesure granulométrique	36
III.1.2.2. Expression des résultats de la mesure granulométrique.....	37
III.1.3. TECHNIQUE D'ANALYSE DE LA GRANULOMETRIE.....	37
III.1.3.1. Tamisage.....	37
III.1.3.2. Compteur à variation de résistance	38
III.1.3.3. Diffraction de la lumière	38
III.1.3.4. Analyse par image	38
III.1.3.5. Mesure en ligne	39

III.1.4. OBTENTION D'UNE GRANULOMETRIE.....	40
III.1.4.1. Fragmentation et broyage.....	40
III.1.4.2. Séparation.....	40
III.2. EFFETS SUR LE PROCESSUS DIGESTIF DES OISEAUX	41
III.3. EFFETS SUR LES PERFORMANCES DES POULETS DE CHAIR	42
III.3.1. CONSOMMATION ALIMENTAIRE ET L'INDICE DE CONSOMMATION	42
III.3.2. CROISSANCE ET ENGRAISSEMENT.....	42
III.3.3. RENDEMENT CARCASSE.....	43
III.3.4. VITALITE ET LA MORTALITE.....	43
PARTIE EXPERIMENTALE : EFFETS DE LA NATURE DES CEREALES ET DE LA TAILLE PARTICULAIRE SUR LES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES DES POULETS DE CHAIR.....	44
CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES.....	45
I.1. SITE ET PERIODE DE TRAVAIL.....	45
I.2. MATERIELS	45
I.2.1. CHEPTEL EXPERIMENTAL.....	45
I.2.2. MATERIEL D'ELEVAGE ET DE CONTROLE DES PERFORMANCES	47
I.2.4. ALIMENTS UTILISES.....	48
I.3. METHODES	50
I.3.1. CONDUITE D'ELEVAGE	50
I.3.1.1. Préparation de la salle d'élevage	50
I.3.1.2. Arrivée des poussins	50
I.3.1.3. Alimentation des animaux	52
I.3.1.4. Eclairage des animaux.....	53
I.3.2. COLLECTE DES DONNEES	53
I.3.2.1. Consommation alimentaire et paramètres d'ambiance	53
I.3.2.2. Poids des animaux.....	54
I.3.2.3. Mortalités.....	55
I.3.2.4. Poids des carcasses.....	55
I.3.2.5. Consommation alimentaire individuelle.....	55
I.3.3. CALCUL DES VARIABLES ZOOTECHNIQUES.....	56
I.3.3.1. Gain Moyen Quotidien	56
I.3.3.2. Indice de consommation.....	56

I.3.3.3. Rendement carcasse.....	56
I.3.3.4. Taux de mortalité.....	57
I.3.5. ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES	57
CHAPITRES II : RESULTATS ET DISCUSSION.....	58
II.1. RESULTATS	58
II.1.1. EFFETS DE LA NATURE DES CEREALES ET DE LA TAILLE DES PARTICULES SUR LA CROISSANCE	58
II.1.1.1. Poids vif des oiseaux.....	58
II.1.1.2. Vitesse de croissance des oiseaux	61
II.1.2. EFFETS DE LA NATURE DES CEREALES ET DE LA TAILLE DES PARTICULES SUR L’EFFICACITE ALIMENTAIRE	61
II.1.3. EFFETS DE LA NATURE DES CEREALES ET DE LA TAILLE DES PARTICULES SUR LES CARACTERISTIQUES DE CARCASSE.....	63
II.1.4. EFFETS DE LA NATURE DES CEREALES ET DE LA TAILLE DES PARTICULES SUR LA MORTALITE.....	65
II.1.5. ANALYSE ECONOMIQUE	66
II.2. DISCUSSION	67
II.2.1. EFFETS DE LA NATURE DES CEREALES SUR LES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES	67
II.2.1.1. Poids vifs	67
II.2.1.2. Consommation et indice de consommation alimentaire	68
II.2.1.3. Carcasse	68
II.2.2. EFFETS DE LA GRANULOMETRIE DE L’ALIMENT SUR LES PERFORMANCES DES POULETS DE CHAIR.....	69
II.2.2.1. Poids vifs	69
II.2.2.2. Consommation et indice de consommation alimentaire	69
II.2.2.3. Carcasse	70
II.2.3. EFFETS DE LA NATURE DES CEREALES CROISES AVEC LA TAILLE DES PARTICULES SUR LES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES	70
II.2.3.1. Poids vif	70
II.2.3.2. Consommation et indice de consommation alimentaire	71
II.2.3.3. Carcasse	71
II.2.4. EFFETS DE LA NATURE DES CEREALES ET DE LA TAILLE DES PARTICULES SUR LA MORTALITE.....	72

CHAPITRE III : RECOMMANDATIONS.....	73
III.1. RECOMMANDATIONS EN DIRECTION DES AGRICULTEURS	73
III.2. RECOMMANDATIONS EN DIRECTION DES FABRIQUES D'ALIMENTS... ..	73
III.3. RECOMMANDATIONS EN DIRECTION DE L'ETAT	74
CONCLUSION GENERALE	1
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	79

INTRODUCTION

L'aviculture est une activité économique à forte intensité financière, vecteur d'emplois mais aussi facteur immense d'apport de protéines dans l'alimentation de nos pays. La capacité de production du Sénégal en poulets de chair est de 19 millions soit 34 200 tonnes de viande volaille et 240.000 tonnes d'aliments de volaille¹. La part prépondérante de l'aliment dans le prix de revient des volailles (70%) et la recherche perpétuelle des meilleurs résultats économiques poussent scientifiques et industriels de la filière avicole vers la recherche de l'optimum nutritionnel (**ITAVI, 2002**). Cet objectif implique des notions complexes tant au niveau de l'aliment (connaissance des matières premières et amélioration des process de fabrication) que de l'animal (mécanismes déterminants l'ingestion, la digestion puis l'utilisation des nutriments). Mais, la rareté et la cherté des intrants de l'aliment de volaille comme le blé, le maïs et le soja donnent plus de soucis aux producteurs sénégalais.

Les céréales qui représentent près de 60% de la composition de l'aliment sont broyées en farine avant d'y être incorporées. La qualité des farines (granulométrie) des céréales peut influencer les performances zootechniques des poulets de chair (**PIRON et al., 2007**). Parmi ces céréales, le maïs est la principale céréale utilisée dans l'alimentation aviaire en Afrique de l'Ouest (**ABDOULAYE, 2006**), en plus, il est dépourvu de substance anti-nutritionnelle. Par contre, le grain de sorgho est une source d'alimentation primordiale pour des centaines de millions d'humains (**DEHAYNIN, 2007**). Cependant, l'utilisation des grains de sorgho en alimentation animale dépasse celle des humains de 2 millions de tonnes en 2003 (**FAO**). Le sorgho est produit de manière extensive dans les pays Sahéliens comme le Sénégal (**PARTHASARATHY, 2005 ; ISSA et al., 2007**). Les études ont montré que le

¹ Agence de Presse Sénégalaise (APS) du 10 juin 2008
<http://www.aps.sn/>

sorgho est un bon substitut au maïs en alimentation aviaire (**HANCOCK, 2000 ; DOWLING et al., 2002 ; CRAMER et al., 2003 ; TRAVIS et al., 2006**), en plus, il est globalement moins cher par rapport au maïs (**DIALLO et al., 1994**). Malheureusement, les données de comparaisons de maïs et de sorgho, en particulier lorsque soumis à différents diamètres de broyage afin de maximiser la digestibilité des nutriments ne sont pas disponibles. Ainsi, l'objectif de notre expérience est de comparer l'effet du maïs et du sorgho lorsque broyés, respectivement, à 6 mm et 2 mm de diamètre sur les performances de poulets de chair.

Les objectifs spécifiques sont de :

- Déterminer la vitesse de croissance ;
- Evaluer la consommation et l'indice de consommation alimentaire ;
- Faire une étude économique comparative entre les différents régimes soumis aux poulets de chair.

Notre étude se scinde en deux grandes parties :

- Une synthèse bibliographique portant sur les particularités de la digestion et les besoins chez le poulet de chair, l'utilisation du maïs et du sorgho dans l'alimentation des poulets de chair et l'impact de la taille des particules alimentaires sur les performances de croissance du poulet de chair.
- Une partie expérimentale qui présente le matériel et la méthodologie utilisés et qui s'achève par la présentation des résultats obtenus et la discussion de ceux-ci. Nous y évoquons également l'aspect économique de cette étude qui sera suivi de quelques recommandations.

PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'ALIMENTATION DU POULET DE CHAIR AU SENEGAL

CHAPITRE II : MAIS ET SORGHO DANS L'ALIMENTATION DU POULET DE CHAIR

CHAPITRE III : GRANULOMETRIE DE L'ALIMENT

CHAPITRE I : PARTICULARITES SUR L'ALIMENTATION DU POULET DE CHAIR AU SENEGAL

I.1. ANATOMIE DE L'APPAREIL DIGESTIF DU POULET

Les oiseaux sont des monogastriques et appartiennent au grand groupe des homéothermes.

L'appareil digestif des poulets de chair (figure 1) comporte les organes suivants : la cavité buccale, l'œsophage, l'estomac, les intestins et les glandes annexes.

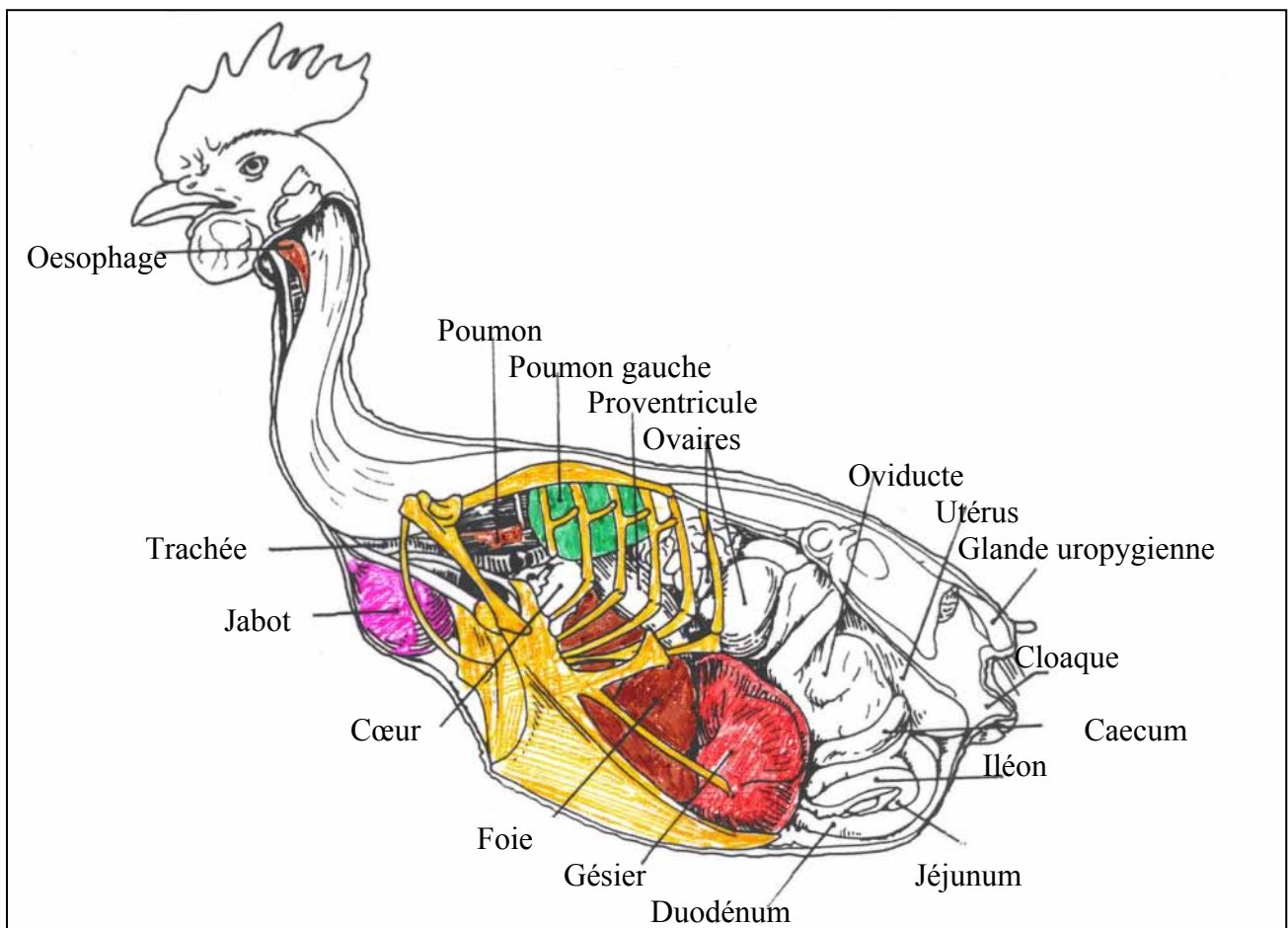


Figure 1: Anatomie topographique de l'appareil digestif de volaille (NICKEL *et al.*, 1977)

I.1.1. CAVITE BUCCALE

-le bec est formé de 2 valves, la supérieure recouvre partiellement l'inférieure moulée dans le squelette ;

- la langue épouse la forme du bec, elle est pointue et peu musclée ;
- les glandes salivaires sont peu développées.

I.1.2. OESOPHAGE

C'est un tube long à paroi mince très extensible. Il présente 2 parties dans son trajet :

- une partie cervicale : située au dessus de la trachée et qui est dilatée sur sa surface crâniale : c'est le jabot ;
- une partie thoracique qui est reliée à l'estomac.

L'œsophage est dépourvu de glandes.

I.1.3. ESTOMAC

Il est pluri-lobulaire et présente 2 compartiments à savoir un estomac glandulaire et un estomac musculaire.

L'estomac glandulaire encore appelé proventricule ou ventricule succenturié est un petit réservoir allongé et tubulaire qui prolonge l'œsophage. Il n'y a pas de démarcation nette entre ces deux compartiments, c'est un simple renflement fusiforme où les aliments ne séjournent pas. Du fait de la rapidité du transit et de sa faible capacité, l'action diastasique des ferments qu'il sécrète se réalise dans le gésier et le duodénum ou dans l'œsophage grâce à des mouvements péristaltiques de renvoi (**BELABBAS, 2007**). Par contre, il est séparé du gésier par une constriction bien visible appelée isthme.

L'estomac musculaire appelé gésier : suit le proventricule. Il a la forme d'une lentille biconvexe. Il représente l'estomac mécanique et est particulièrement puissant. Sa paroi est particulièrement épaisse. Il est composé de 2 muscles principaux (un crânial et un latéro-ventral) et de 2 muscles intermédiaires. La cavité interne du gésier contient toujours de petits cailloux siliceux.

I.1.4. INTESTIN

Sa longueur totale est de 165 à 230 cm soit 5 à 6 fois la longueur de corps, il comporte :

- le duodénum : il forme une grande boucle en U. Souvent placé dans une couche de graisse abondante, il loge le pancréas ;
- le jéjunum : court et en forme de U, il est aussi appelé anse supraduodénale ;
- l'iléon : il est court et rectiligne ;
- les cœca : ils sont longs de 12 à 25 cm, avec des parois minces, transparentes et une extrémité aveugle arrondie ;
- le colon : il est court et correspond à la portion du tube digestif comprise entre le débouché des cœca et le cloaque ;
- le cloaque : c'est l'ouverture commune des voies digestive, urinaire et génitale (**DYCE et al., 1996**).

I.1.5 GLANDES ANNEXES DU TUBE DIGESTIF

I.1.5.1. Foie

Relativement plus développé que chez les mammifères, il est formé de 2 lobes, le lobe droit et le lobe gauche.

La bile se trouve drainée :

- pour le lobe gauche, par le canal hépato-entérique ;
- pour le lobe droit, par le canal hépatocystique, qui rejoint la vésicule biliaire.

I.1.5.2. Pancréas

On y reconnaît, en général trois lobes : les lobes pancréatiques dorsal et ventral et un lobe splénique. Le pancréas se prolonge jusqu'au sommet de l'anse duodénale chez la poule.

I.1.5.3. Rate

Elle est sphérique ou subsphérique. Elle est de couleur rouge vineux, toujours située à droite du ventricule succenturié, dans l'angle formé par celui-ci, le gésier et le duodénum.

I.2. DIGESTION CHEZ LA VOLAILLE

Dans la digestion, le bec des oiseaux ne joue qu'un rôle de préhension des aliments. Les aliments sont déglutis avec le concours de la salive qui est très riche en mucus. Après un bref passage dans l'œsophage, les aliments ingérés arrivent dans le jabot. Celui-ci assure le rôle de stockage, de ramollissement des aliments sous l'action du liquide salivaire, des sécrétions œsophagiennes et ingluviales. Il assure aussi le rôle de régulation de remplissage de l'estomac (**KOLB, 1975**). La sécrétion du jabot est riche en mucus et contient très peu d'enzymes.

Après un bref séjour dans le proventricule où ils subissent l'action des sucs gastriques, les aliments arrivent dans le gésier et sont broyés, concassés avant de passer dans l'intestin grêle. L'action mécanique du gésier est une trituration qui permet de fragmenter les grains de céréales. Le gésier cumule donc le rôle de mastication absente chez les oiseaux et de mélange du suc gastrique avec les ingesta. L'intestin grêle transforme les aliments en nutriments sous l'action du suc intestinal. La dégradation est achevée dans les cæca grâce à la microflore intestinale (**KOLB, 1975**).

Dans le processus de digestion, l'action des enzymes débute dans le jabot et s'achève dans l'intestin grêle (**SCHWARZ et al., 1987**). 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 des différentes enzymes participant à la digestion des aliments chez les volailles.

Tableau I: Localisation et effets de quelques enzymes participant à la digestion chez les volailles

Organe	Localisation	Enzymes	Substrats	Produits intermédiaires ou finaux
Jabot	Salive	Amylase	Amidon	Maltose
Proventricule	Suc gastrique	Pepsine	Protéines	Polypeptides
Gésier		Pepsine des glandes gastriques	Protéines	Polypeptides
Pancréas	Suc pancréatique	Trypsine	Protéines Polypeptides	Acides aminés
		Chymotrypsine	Protéines Polypeptides	Acides aminés
		Carboxypeptidase	Peptides Protéines	Acides aminés
		Amylase	Amidon	Maltose a-dextrine
		Lipase	Triglycérides	Di-monoglycéride
Intestin grêle	Suc intestinal	Maltase	Maltose	Glucose
		Saccharase	Saccharose	Monosaccharide
		a-dextrinase	α -a-dextrine	Glucose
		Aminopeptidase	Peptide	Acides aminés
		Dipeptidase	Dipeptide	Acides aminés

Source : SHWARTZ et al. (1987)

I.3. BESOINS ALIMENTAIRES DU POULET DE CHAIR

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

Tableau II : Besoins quotidiens des animaux

Période en jours	Démarrage 0-10 j	Croissance 11-24 j	Finition 25-35 j	Retrait 36-42 j
Quantité (kg)	0,400	1,200	1,700	1,200
Protéines brutes (%)	20	19,5	17,5	17,0
Energie métabolisable (kcal/kg)	2600	2800	2900	2900
Lysine (%)	1,14 /1,00	1,0/0,088	0,94/0,82	0,86/0,75
Méthionine totale/digestible(%)	0,46/0,43	0,41/0,39	0,36/0,34	0,34/0,32
Acides aminés soufrés	-	-	-	-
Phosphore total/disponible (%)	0,76/0,42	0,76/0,42	0,65/0,36	0,65/0,36
Calcium (%)	1,00	0,95	0,90	0,90
Sodium (%)	0,15-0,18	0,15-0,18	0,15-0,18	0,15-0,18

Source : INRA (1992)

I.3.1. BESOINS EN EAU

Le corps de la poule est constitué de 70 % d'eau (**VAN.EEKEREN et al., 2006**). La présence d'eau propre et fraîche est d'importance primordiale pour l'absorption d'éléments nutritifs et l'élimination des matières toxiques. Les oiseaux régulent leur température corporelle par évaporation d'eau via le tractus respiratoire. Les besoins en eau pour la thermorégulation sont donc élevés en milieu tropical. Le manque d'eau provoque une réduction de la consommation et de graves retards de croissance. Selon **VAN.EEKEREN et al. (2006)**, une restriction de 10 % d'eau risque d'entraîner une baisse de la croissance et de

l'efficacité alimentaire des poulets de chair (quantité de nourriture nécessaire par kg de croissance). Une trop grande quantité de protéines et une déficience en certains acides aminés entraînent une augmentation des besoins en eau. Cela est probablement dû à l'augmentation des besoins en eau liée à l'excrétion des dérivés azotés du métabolisme des protéines.

I.3.2. BESOINS EN ENERGIE

Les volatiles mangent pour satisfaire leurs besoins en énergie. Par conséquent, une augmentation de la concentration en énergie dans leur alimentation entraînera une baisse de la consommation et inversement, du moins s'il n'y a pas de problèmes de quantité, de texture, d'inaccessibilité ou de palatabilité (ou appétibilité) des aliments.

L'énergie représente la portion de l'aliment dont dispose la volaille pour couvrir ses besoins d'entretien et de production (chair). L'unité de mesure de cette énergie contenue dans l'aliment 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 (EM). Le rendement de l'énergie métabolisable chez le poulet de chair se situe entre 58% et 85% avec une valeur moyenne de 65% (**LARBIER et LECLERCQ, 1992**).

Les besoins en énergie de la volaille sont inversement proportionnels à la température du milieu extérieur. Ils sont réduits de 10% pour des poules maintenues à 30° C en comparaison aux besoins des poules vivant à 20° C. Inversement, les besoins augmentent de 17% lorsque la température est réduite de 10° C (**PICARD et al., 1993**). La température critique à ne pas dépasser est de 30° C, sinon on observe une diminution de la consommation alimentaire. En effet, la production d'extra-chaleur consécutive à l'ingestion d'aliment est accrue en climats chauds. Au dessus de 28° C, la température rectale augmente avec la température extérieure et avec la quantité d'aliment consommée. La seule solution pour l'animal est de réduire sa consommation d'énergie

(PICARD *et al.*, 1993). La chaleur entraîne chez le poulet de chair une baisse de la consommation et de la production non compensable par l'alimentation.

ANSELME (1987) a constaté que le seuil énergétique de l'aliment granulé est de 2850-2900 kcal/kg au lieu de 3200 kcal/kg pour un aliment en farine.

L'IEMVT (1991) montre que l'énergie consommée par les souches légères est plus importante que celle des souches mi-lourdes (tableau III).

Tableau III : Apports recommandés pour l'énergie et les protéines

	Souches légères			Souches mi-lourdes	
	90	100	110	120	130
Consommation journalière (g)	90	100	110	120	130
Energie métabolisable 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 : EIMVT (1991)

I.3.3. BESOINS EN PROTEINES

Les protéines constituent la majeure partie de la viande des poulets de chair. Les besoins sont donc importants. D'une manière générale, il est recommandé 180 à 240 grammes de protéines totales par kilo d'aliment (AUSTIC *et in* YOUSSEF, 1982). Les protéines sont constituées d'acides aminés essentiels, c'est-à-dire, ne pouvant être synthétisés par la volaille et qui doivent dès lors se trouver dans l'alimentation et les non-essentiels, parce qu'ils peuvent être synthétisés à partir d'autres acides aminés ou à partir d'hydrates de carbone. La ration des volailles

doit donc contenir un certain pourcentage de chaque acide aminé essentiel ainsi qu'un apport suffisant en composés azotés, à partir desquels les acides aminés non essentiels peuvent être éventuellement synthétisés (tableau IV).

Les acides aminés essentiels diffèrent selon le processus métabolique en cours, comme la croissance et la finition. La chair est produite pendant la croissance et la graisse durant la finition. La composition en acides aminés répondant aux besoins d'un de ces processus, ne répond pas nécessairement aux besoins de l'autre (tableau V et VI).

Il apparaît que le besoin absolu en acides aminés n'est pas affecté par la température, bien qu'une chute de croissance s'observe quand la température excède 30°C. Augmenter le taux de protéines pour compenser la réduction d'ingestion ne permet pas de corriger le retard de croissance dû à la chaleur. Les nutriments pouvant causer les problèmes en situation de stress thermique pour les oiseaux sont des protéines alimentaires et des acides aminés de faible qualité (COON, 1999). PICCARD *et al.* (1993) ont également montré qu'un excès protéique restait sans effets si le régime est équilibré en acides aminés. Les baisses de performances peuvent être dues à une subcarence en acides aminés essentiels dans un régime hyperprotéique. Les besoins en méthionine notamment, sont élevés en climat chaud (UZU, 1989). Enfin, les acides aminés influencent significativement la consommation alimentaire. Ainsi, la présence d'un excès d'acides aminés dans la ration peut augmenter les besoins de la plupart des acides aminés essentiels (PICCARD *et al.*, 1993).

Tableau IV : Classification des acides aminés

Essentiel	Difficile à classer	Non essentiel
Lysine*	Tyrosine*	Alanine
Méthionine**	Cystéine**	Acide aspartique
Thréonine	Glycine***	Acide glutamique
Tryptophane	Sérine***	Asparagine
Isoleucine	Proline****	glutamine
Leucine		
Valine		
Phénylalanine		
Histidine		
arginine		

* La tyrosine peut être synthétisée à partir de la phénylalanine

** La cystéine peut être synthétisée à partir de la méthionine

*** La glycine et la sérine sont interchangeableables, mais leur synthèse est parfois inadéquate

**** Le taux de synthèse de la proline est parfois inapproprié pour certaines fonctions de l'organisme.

Source : SMITH (1997)

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

	Taux énergétique kcal EM /kg	2900	3000	3100	3200
DEMARRAGE	Matière azotée totale	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 + serine	1,87	1,94	2,00	2,06
	CROISSANCE	Matière azotée totale maximale	19,60	20,40	21,00
Matière azotée totale minimale		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 + serine		1,64	1,69	1,40	1,81

Source : INRA (1979)

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

Taux énergétique kcal em/kg	2900	3000	3100	3200
Matière azotée totale maximale	18,20	18,90	19,50	20,10
Matière azotée totale minimale	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	0,61	0,64
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)

I.3.4. BESOINS EN MINÉRAUX ET EN OLIGO-ELEMENTS

Les minéraux interviennent dans la constitution du squelette (os et cartilages), de certains éléments de soutien (tendons et ligaments) et dans l'équilibre osmotique. Ces minéraux constitués principalement par le calcium, le phosphore, le sodium et le chlore sont faiblement représentés dans les aliments d'origine végétale (tableau VII). Il faut donc généralement faire appel aux coquilles d'huître ou de mollusques pour couvrir les besoins.

La principale fonction du calcium et du phosphore est l'entretien de l'ossature. Le squelette prend à son compte environ 99% du calcium et 80% du phosphore du corps. Les deux minéraux agissent l'un sur l'autre, avant et après leur absorption digestive. Un apport excessif de l'un de ces minéraux risque

d'entraver l'utilisation de l'autre. 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 (I.S.A, 1985).

Une carence en sel réduit l'assimilation des protéines car le sodium est un cotransporteur des acides aminés au niveau de la bordure en plateau cilié des cellules intestinales, mais un excès entraîne une grande consommation d'eau et est à l'origine de diarrhée. La concentration en sel recommandée est de 0,5% de la ration (SMITH, 1992).

Concernant les olido-éléments (tableau VIII), la carence en magnésium ralentit la croissance des poulets de chair et entrave l'ossification. Le fer, le cobalt, le cuivre sont indispensables pour la formation de l'hémoglobine. Le manganèse intervient dans le métabolisme du phosphore ; une carence en cet oligo-élément entraîne des cas de pérosis chez le poulet de chair. Une alimentation pauvre en zinc entraîne des retards de croissance et des démarches dites d'oies

Tableau VII : Apports recommandés en minéraux essentiels chez le poulet de chair

Apports	Démarrage		Croissance		Finition	
Energie (kcal EM/kg)	2900/3000	3100/3200	2900/3000	3100/3200	2900/3000	3100/3200
Calcium (%)	1	1,10	0,9	1	0,80	0,90
Phosphore (%)	0,42	0,45	0,38	0,41	0,35	0,3
Sodium (%)	0,17		0,17		0,17	
Chlore (%)	0,15		0,15		0,15	

Source : INRA (1979)

Tableau VIII : Apports recommandés en oligo-éléments chez le poulet de chair

Apports (g/100 kg d'aliment)	Démarrage	Croissance	Finition
Zinc	4	4	2
Cuivre	0,3	0,3	0,2
Fer	4	4	2
Manganèse	7	7	6
Iode	0,1	0,1	0,1
Cobalt	0,02	0,02	0,02
Sélénium	0,02	0,02	0,02

Source : INRA (1979)

I.3.5. BESOINS EN VITAMINES

Les vitamines jouent un rôle dans les systèmes enzymatiques et dans la résistance naturelle des volailles. Elles sont uniquement nécessaires en petites quantités (tableau IX), mais elles sont indispensables à la vie. Une carence en vitamines risque de provoquer des troubles graves. Les hautes températures entraînent une augmentation du besoin en vitamine A (AUSTIC et YOUSSEF, 1982).

Tableau IX : Apports recommandés en vitamines dans l'aliment du poulet de chair en UI/kg ou en ppm (= g/tonne) amenés dans l'aliment par l'intermédiaire d'un prémix contenant également un antioxydant pour protéger les vitamines contre toutes oxydations extérieures

Ppm : part par million ; UI : unité internationale.

vitamines		0 à 4 semaines	5 à 8 semaines
A	UI/kg	12 000	10 000
D3	UI/kg	2 000	1 500
E	ppm	30	20
K3	ppm	2,5	2
Thiamine (B1)	ppm	2	2
Riboflavine (B2)	ppm	6	4
Ac. Pantothénique	ppm	15	10
Pyridoxine (B6)	ppm	3	2,5
B12	ppm	0,02	0,01
PP	ppm	30	20
Acide folique	ppm	1	20
Biotine	ppm	0,1	0,05
Choline	ppm	600	500

Source : - SMITH (1997)

-INRA (1992)

I.3.6. BESOINS EN CELLULOSE

Chez le poulet de chair, la cellulose a une faible importance. Il est souhaitable d'après ANSELME (1987) cité par VIAS (1995) de ne pas dépasser 5% de cellulose brute dans l'aliment, pour éviter des accidents de transit et une mauvaise utilisation de la ration.

I.4. MATIERES PREMIERES GENERALEMENT UTILISEES ET LEURS APPORTS

I.4.1. SOURCES D'ENERGIE

I.4.1.1. Céréales

Les principales céréales utilisées en Afrique pour l'aliment volaille sont : le mil, le sorgho et le maïs. La structure d'une céréale montre (figure 2) :

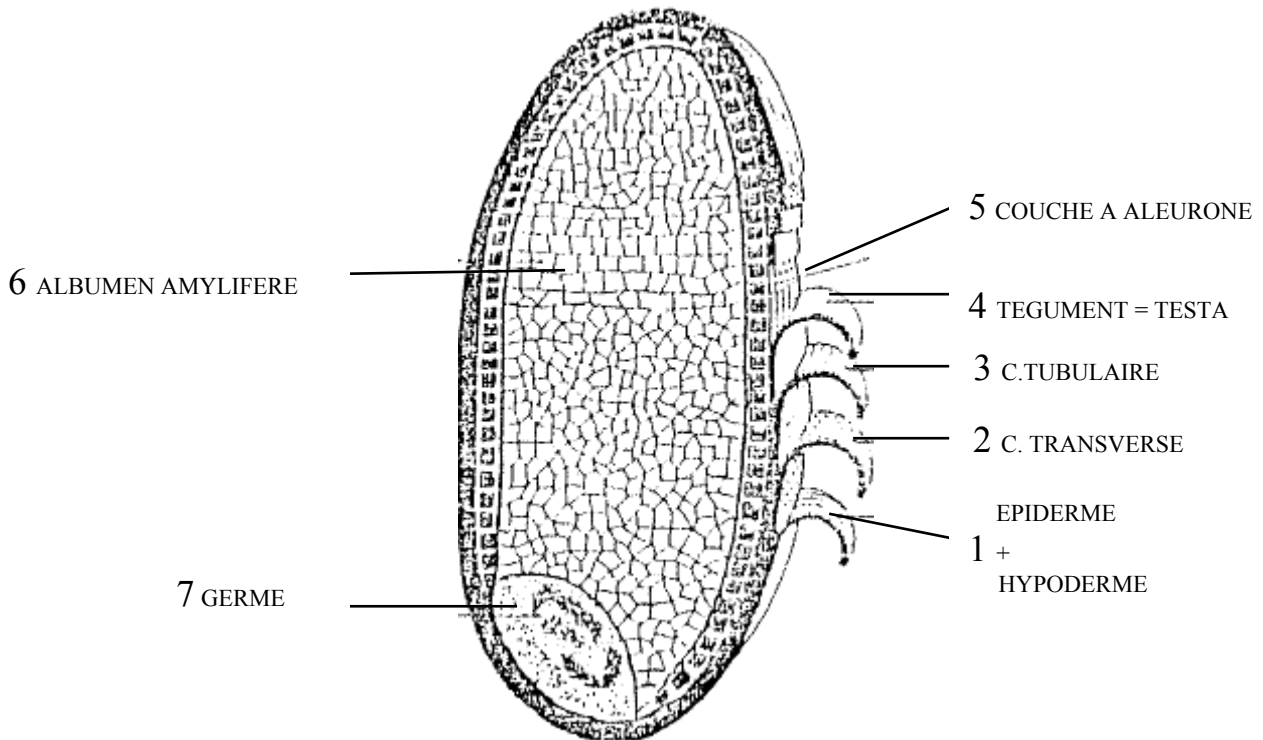


Figure 2: Structure du grain de céréale (FAVIER, 1989)

- le péricarpe ou les couches externes qui sont caractérisées essentiellement par leur teneur non négligeable en protéines (7 %), lipides (2 %), minéraux et vitamines, mais une teneur très élevée en fibres ;
- l'albumen qui est la partie du grain la plus importante en volume et en poids: 60 à 90 %. Il contient principalement de l'amidon; ses teneurs en protéines, lipides, minéraux et vitamines sont plus faibles que celles du germe et des enveloppes ;

- le germe qui contient la plus grande partie des lipides et de la vitamine E liposoluble.

Dans toutes les espèces, le grain est essentiellement glucidique avec 60 à 75 % de glucides digestibles (amidon principalement). Cet amidon est d'une digestibilité élevée ne nécessitant pas de traitements spéciaux, tels que la cuisson. Les céréales apparaissent ainsi comme des aliments essentiellement énergétiques : 330 à 385 kcal/100 g. Elles constituent la principale source d'énergie dans les aliments pour volaille.

-Le taux de fibre est variable (2 à plus de 30 %). Il dépend notamment de la taille du grain, les grains de faibles dimensions (petits mils) ayant une plus grande proportion d'enveloppes.

-La teneur en protéines va de 6 à 18 % dans les cas extrêmes mais se situe le plus souvent entre 8 et 13 %. Qualitativement, ces protéines sont médiocres : l'acide aminé limitant est la lysine; dans le cas du maïs, le tryptophane présente également un grave déficit et constitue l'acide aminé limitant secondaire (**FAVIER, 1989**).

-Les céréales ont une faible teneur en minéraux : la teneur en phosphore est élevée, celle du calcium est faible (sauf pour l'éleusine²) et cette teneur ne suffit pas à neutraliser tout l'acide phytique³. L'acide phytique insolubilise également Mg, Zn, Fe. Ainsi, il faudra compléter en calcium les rations riches en céréales.

-Les céréales sont pauvres en vitamines selon **FAVIER (1989)**. A l'exception du maïs jaune et de certains mils qui contiennent des caroténoïdes actifs, les céréales n'ont pas d'activité vitaminique A. On note cependant dans le maïs jaune la présence de pigments xanthophylles qui colorent en jaune la graisse des

2 : Nom scientifique : Eleusine coracana, de la famille des Poacées (graminées). Noms communs : éleusine, coracan, mil rouge, mil africain.

3 : l'acide phytique ou acide myo-inositolphosphate est un phosphoglucide, c'est un noyau myo-inositol substitué par 6 groupements dihydrogénophosphate et possédant ainsi 12 fonctions acide. Cette molécule constitue le principal stock de phosphore dans les grains de céréales en général.

poulets. De plus, les céréales contiennent peu de cellulose. Par ailleurs, elles sont de conservation facile, ce qui est un énorme avantage. La vitamine C fait défaut également. Les vitamines du groupe B sont présentes à l'exception de la vitamine B12.

I.4.1.2. Sous-produits des céréales

Les sons sont les principaux résidus de céréales dont les plus utilisés sont les sons de maïs, de blé, de riz et de mil. Leur utilisation en aviculture est due à leur coût relativement faible et à leur importance dans la régulation du transit digestif dont ils empêchent les perturbations à l'origine des diarrhées et constipation (**PARIGHI-BINI, 1986**). Les sons de maïs et de mil sont utilisés en aviculture traditionnelle où ils constituent la base de l'alimentation de la volaille.

La farine basse de blé est riche en énergie et peut être valorisée en aviculture alors que celle de riz a une teneur élevée en lipide qui constitue une limite à son incorporation en alimentation aviaire. Néanmoins, 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**).

Les drêches de brasseries sont des résidus issus du brassage du malte, elles sont riches en protéines et peuvent être incorporées dans la ration après séchage.

I.4.1.3. Matières grasses

Elles sont issues des huileries (huiles végétales) ou des abattoirs (graisses animales). Ce sont des sources importantes d'énergie métabolisable pour l'alimentation des volailles (**SCOTT, 1976**). Elles augmentent la valeur énergétique de la ration tout en abaissant les indices de consommation. Les lipides facilitent l'utilisation des matières premières riches en protéines (tourteaux) mais présentent des niveaux d'énergie relativement bas (**SAKANDE, 1993**).

POLIN et HUSSEIN (1982) montrent que les poussins âgés d'une semaine retiennent 25 % des 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. Selon **I.S.A (1985)**, l'utilisation des 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.

I.4.2. SOURCES DE PROTEINES

I.4.2.1. Tourteaux de soja

Il est le plus utilisé dans la ration des volailles du fait de sa richesse en protéines et de son équilibre en acides aminés. Ses protéines sont très digestibles et conviennent aux besoins de croissance des oiseaux, quoique déficitaires en acides aminés soufrés (**KEBE, 1989**). Mais on y retrouve les substances antitrypsiques qui constituent le facteur limitant. Une cuisson correcte élimine plus de 90% de l'activité antitrypsique (**LARBIER et al., 1991**).

I.4.2.2. Tourteau d'arachide et de coton

Ce sont de véritables sources de protéines d'origine végétale au Sénégal, mais ils sont pauvres en matières grasses. La présence de facteurs antinutritionnels tels que l'aflatoxine dans les tourteaux d'arachide et du gossypol dans le tourteau de coton limitent leur utilisation en alimentation. Alors qu'**ITAVI (1980)** recommande une incorporation du tourteau d'arachide à un taux de 5% dans la ration, **ANGULO-CHACON (1986)** propose un taux variant de 5 à 10% dans la ration volaille. De plus, cet auteur trouve que lorsque la teneur en aflatoxine est inférieure à 1,25 p.p.m, l'utilisation au taux de 30% chez le poulet en croissance et de 20% dans la ration du poulet adulte ne pose pas beaucoup de problème. L'incorporation de sulfate ferreux à raison de 1 à 2 parts de fer pour 1 part de gossypol réduit la toxicité de ce pigment.

I.4.2.3. Levures

Elles sont incorporées dans la ration à un taux de 2 à 4% (**FERRANDO, 1969**), voire jusqu'à 10% pour les pondeuses (**LARBIER et al., 1991**). Les levures sont des sources très riches en protéines de très bonne qualité (lysine, tryptophane, thréonine), mais pauvres en acides aminés soufrés et vitamines du groupe B (**SCOTT, 1976**). Le facteur limitant est de leur utilisation est le coût élevé.

I.4.2.4. Farine de poisson

La farine de poisson possède un excellent équilibre en acides aminés indispensables. De plus, elle représente des sources importantes de méthionine et de lysine. Elles sont incorporées en faibles quantités (compte tenu de leur prix très élevé) dans les aliments pour corriger les déficits en acides aminés essentiels des autres matières premières. Il faut cependant veiller à son taux d'incorporation en aliment finition car, si sa teneur est importante elle communique son odeur à la viande.

I.4.2.5. Farine de sang

On l'obtient en déshydratant 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**). Elle n'est pas utilisée au Sénégal.

I.4.3. SOURCES DE MINÉRAUX ET VITAMINES

Le calcium et le phosphore constituent les principaux minéraux que doit contenir la ration des volailles. Le carbonate de calcium, les coquillages marins, les phosphates en sont les principales sources. 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 II : MAIS ET SORGHO DANS L'ALIMENTATION DU POULET DE CHAIR

II.1. VALEURS NUTRITIONNELLES DU MAIS ET DU SORGHO

II.1.1. MAIS LOCAL

Le maïs est une céréale de choix dans l'alimentation des volailles (**SMITH, 1992**). Sa bonne digestibilité avec un TDN (nutriment digestible total) estimé à 80,75%, fait du maïs la céréale la plus utilisée en alimentation des poulets de chair.

II.1.1.1. Composition chimique

Plusieurs études ont été menées pour déterminer la composition chimique du maïs, les résultats diffèrent sensiblement selon la zone de culture. Les auteurs reconnaissent que le maïs contient peu de cellulose (2,7%) (**FERRANDO, 1969**), une proportion relativement élevée de matière grasse (4,8%) (**F.A.O., 1993**). Par contre le maïs est pauvre en protéines (8% MS) (**SMITH, 1992**), presque dépourvu, de sodium (0,01%) et de calcium (0,01%) (**LARBIER et LECLERCQ, 1992**). Le phosphore assimilable dans le maïs récolté au Sénégal est estimé à 0,28% (tableau X). De même, **ANSELME (1987)** trouve une teneur élevée en amidon du maïs (72,5% MS). De plus, il contient une quantité relativement importante de pigments xanthophylles, d'environ 25 ppm (**LARBIER et LECLERCQ, 1992**).

Tableau X : Composition chimique du maïs récolté au Sénégal

Composants	Teneur (%)
Matières sèches	86
Protéines brutes	8,7
Matières grasses	4,8
Cellulose brute	2,7
Lysine	0,25
Méthionine	0,19
Méthionine+cystine	0,35
Phosphore assimilable	0,28
Calcium	0,02

Source : ANSELME (1987)

II.1.1.2. Valeur énergétique

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

II.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 7 g/kg de protéines brutes (**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 XI).

Tableau XI : Teneur du maïs en différents acides aminés

Nutriments	Teneur
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)

II.1.1.4. Digestibilité du maïs

Le maïs présente une bonne digestibilité, ce qui 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 du maïs chez les volailles (tableau XII). Cette excellente digestibilité met à la disposition des volailles l'énergie contenue dans ses graines.

Tableau XII : Coefficients de digestibilité établis pour le maïs

Auteurs	TDN %
BALTON (1952)	82
TITUS (1947)	81
FRAPS (1952)	80
KUBOTA (1965)	80

Source: FERRANDO (1969)

II.1.2. SORGHO LOCAL

Le sorgho est une céréale fréquemment rencontrée en Afrique. La teneur en énergie reste élevée même si elle est en deçà de celle du maïs. Certaines variétés de sorgho comportent une teneur élevée en tanins qu'il est possible de contrôler. Pour être utilisable en alimentation animale, cette teneur ne doit pas dépasser 0,3%.

II.1.2.1. Composition chimique

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

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

La composition chimique du sorgho varie aussi en fonction des souches comme le montre le tableau XIII.

Tableau XIII : 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
1450	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)

II.1.2.2. Valeur énergétique

La teneur en amidon du sorgho s'échelonne entre 56 % et 73 %, avec une valeur moyenne de 69,5 % (JAMBUNATHAN et SUBRAMANIAN, 1988).

La présence de tanins dans le grain contribue à la mauvaise digestibilité de l'amidon dans certaines variétés de sorgho (DREHER et al., 1984). Il a été démontré que les tanins isolés du grain de sorgho inhibent une enzyme X-amylase et qu'en outre ils se lient aux amidons du grain plus ou moins fortement (HOSENEY et al., 1987). De même, GUALTIERI et RAPACCINI (1990) ont montré que, lorsque la teneur en tanins du sorgho passe de 0,02 à 0,2 %, son énergie métabolisable augmente de 2671 à 3516 kcal/kg d'aliment.

II.1.2.3. Valeur protéique

Le sorgho est plus riche en protéines que le maïs (11,4 %) (VIAS, 1995). Les acides aminés du sorgho sont relativement équilibrés (LARBIER et LECLERCQ, 1992), mais il est pauvre en acides aminés soufrés, en lysine, méthionine et tryptophane. Il est riche en leucine et en phénylalanine comme le montre le tableau XIV.

Tableau XIV: Teneur du sorgho en différents acides aminés

Céréales	Sorgho
Acides aminés	
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)

II.1.2.4. Minéraux, vitamines et facteurs antinutritionnels

Comme la plupart des céréales, le sorgho est carencé en éléments minéraux. Il a des teneurs de 3,24 g/kg MS en phosphore et de 0,35 g/kg MS en calcium (SAUVANT *et al.*, 2002). La complémentation en phosphore est nécessaire, mais l'apport pose davantage de problèmes que pour les autres minéraux. L'utilisation de phosphore est raisonnée sur deux plans :

- le coût onéreux du phosphore. En effet, l'excès de phosphore dans la ration est néfaste sur le plan économique et écologique, car il est éliminé sous forme de phosphate et le phosphate est un polluant de l'environnement.
- le phosphore contenu dans les grains est à 70% 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 pas de phytase endogène, ce sont des enzymes qui améliorent beaucoup la disponibilité du phosphore et de nombreux oligo-éléments.

Le sorgho constitue en général de riches sources de vitamines du complexe B. Parmi le groupe des vitamines 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 vitamine B6, la folacine, l'acide pantothénique et la biotine (**SAUVANT et al., 2002**). Des quantités détectables d'autres vitamines solubles dans la matière grasse ont également été trouvées dans la graine de sorgho, à savoir des vitamines D, E et K. Le sorgho tel qu'il est généralement consommé n'est pas une source de vitamine C. A la différence du maïs, le sorgho ne contient pas la vitamine A.

Le sorgho est dévalorisé par sa teneur en tanins. Ces tanins n'ont rien de spécifique au sorgho, mais le sont plus largement au règne végétal. Il existe deux types de tanins : les premiers sont dits hydrolysables, portant peu à conséquence sur le plan nutritionnel; les autres, dits condensés sont défavorables. Les variétés de sorgho riches en tanins, le sont généralement, en tanins de type condensé. La particularité de ce facteur antinutritionnel est de se lier aux protéines et de les faire précipiter au sein même de la graine, 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.

Chez le poulet de chair, ils réduisent la consommation alimentaire (**ROSTANGO et al., 1973**), la digestibilité et la rétention azotée. Les tanins entraînent chez les volailles :

- le retard de croissance chez les poussins alimentés avec du sorgho à forte teneur en tanins (**LOUL, 1998**) ;
- le changement de goût de la viande (**PETERSON, 1969**);
- des anomalies des pattes caractérisées par une courbure avec élargissement des jarrets (**GUALTIERI et RAPACCINI, 1990**);
- la réduction de la production, du poids et de la qualité des œufs (**ARMANIOUS et al., 1973**).

Ces effets antinutritionnels 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 et BOORMAN, 2002**). Le sorgho pauvre en tanins qu'on rencontre en Afrique ne présente pas ces inconvénients (**ANSELME, 1987**).

II.1.2.5. Digestibilité

La digestibilité du sorgho dépend de sa teneur en tanins. 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 pauvre en tanins (<1%) et présente une meilleure digestibilité protéique que le sorgho français ou américain (**ANSELME, 1987**).

II.2. SORGHO DANS LE REGIME ALIMENTAIRE DES VOLAILLES

Le sorgho a été longtemps peu utilisé en alimentation des monogastriques (volailles et porcs) en raison de sa concentration très variable en tanins. Les variétés actuelles les plus cultivées en contiennent 0,2% au lieu de 1% à 2% pour les variétés anciennes, ce qui les rend plus intéressantes en alimentation animale. Selon **ARVALIS (2006)**, cette céréale est très proche du maïs par ses caractéristiques chimique et nutritionnelle (EM coq adulte de 3800 kcal/kg/MS) ; (MAT de 11,2% MS et MG de 4,3% MS). Elle présente surtout

l'avantage d'être moins exigeante en eau et plus résistante au stress hydrique ce qui la rend compétitive en condition limitante (**ARVALIS, 2006**).

Des essais de substitution du maïs par le sorgho ont été réalisés à différents taux de substitution avec des résultats contradictoires dans le tableau XV.

Tableau XV: Récapitulatifs des essais de substitution du maïs par le sorgho

Auteurs	Pays	Production	% Sorgho (Taux de substitution)	Observation	Résultats
FETUGER (1977)	Nigeria	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	-	Résultats équivalents
SANTORO (1966)	Uruguay	Poulets	<30	-	Résultats équivalents
PETERSEN (1969)	USA	Poulets	50	IC comparable Léger déficit d'ingestion	Résultats équivalents
SANFORD (1972)	USA	Poulets	Remplacements total du Maïs	-	Supérieurs avec le maïs
THAYER (1957)	USA	Poulets	Remplacements total du Maïs	-	Supérieurs avec le sorgho
OZMENI (1963)	USA	Poulets	30	-	Résultats équivalents
QUISENBERRY (1970)	USA	Poulets	60	A testé plusieurs variétés	Résultats équivalents
SULLIVAN (1982)	USA	Poulets	60	-	Résultats équivalents
AZEBAZE (2008)	Sénégal	Poulets	Remplacement partiel et Remplacements total du Maïs	-	Résultats équivalents

Source : ANSELME (1987), AZEBAZE (2008)

II.2.1. CONSOMMATION ALIMENTAIRE ET INDICE DE CONSOMMATION

MOUHAMADEIN et al. (1986) travaillant sur l'effet du millet, maïs et sorgho grain sur les performances, le rendement d'abattage et la composition chimique de la chair de poulet trouvent que : bien que la différence ne soit pas significative, la consommation alimentaire est maximale (4,7 kg/poulet) chez le lot recevant le maïs et minimale (4,00 kg/poulet) chez le lot recevant le sorgho, avec des indices de consommation (IC) respectifs de 2,48 et 2,73.

Egalement, **AZEBAZE (2008)** obtient des performances du poulet de chair en accord avec l'auteur précédent. Il constate aussi une légère détérioration de l'IC qui va de paire avec l'augmentation du taux de substitution du maïs.

En général, la substitution du maïs à 100% est possible avec de bons résultats enregistrés, notamment, au Nicaragua où le sorgho local est présenté comme substitut valable du maïs en industrie aviaire (**INTSORMIL, 2007**). Dans cette étude, la consommation moyenne quotidienne alimentaire la plus élevée est en faveur du sorgho lorsque celui-ci est broyé à 4 mm.

Aux USA où le sorgho est largement utilisé en alimentation animale, une étude récente menée sur l'effet de régimes à base de sorgho soumis à diverses procédures industrielles sur les performances de poulet de chair, a montré que comme aliment granulé, le sorgho présente de très bons résultats sur la consommation alimentaire du poulet de chair (**CRAMER et al., 2003**).

II.2.2. PERFORMANCE DE CROISSANCE ET D'ENGRAISSEMENT

Selon **MOUHAMADEIN et al. (1986)**, les poulets nourris au sorgho montrent un faible Gain Moyen Quotidien (GMQ) par rapport à ceux nourris au maïs. Il trouve un poids significativement plus élevé chez les poulets soumis à la ration maïs (1,78 kg) par rapport aux poulets nourris à la ration sorgho (1,52 kg). **AZEBAZE (2008)** quant à lui obtient des poids vifs équivalents à 42 jours des poulets nourris au maïs et ceux nourris à la ration sorgho (substitution à 100% du maïs par le sorgho).

Au Nicaragua par contre, le sorgho donne de meilleurs résultats lorsqu'il est broyé à 4 mm (INTSORMIL, 2007) avec des valeurs de 0,66 g/j comme gain de poids contre 0,62 g/j pour le maïs.

II.2.3. RENDEMENT CARCASSE

MOUHAMADEIN et al. (1986) ont obtenu chez les poulets ayant reçu un régime à base de maïs un poids carcasse éviscéré significativement plus élevé ($1,24 \pm 0,05$ kg) par rapport au sorgho ($1,04 \pm 0,04$ kg). **AZEBAZE (2008)** en accord avec l'auteur précédent, enregistre un rendement carcasse toujours en faveur du maïs ($84,85 \pm 0,47\%$) par rapport au sorgho ($82,63 \pm 0,55\%$). **INTSORMIL (2007)** lui par contre, trouve un rendement en faveur du sorgho broyé à 4 mm.

II.2.4. VITALITE ET MORTALITE

Très peu d'études se sont intéressées à ces paramètres, toutefois les sorghos riches en tanins entraînent des anomalies des pattes caractérisées par une courbure avec un élargissement du jarret.

Des études sur les qualités nutritives des sorghos Egyptiens et Soudanais sur 192 poulets de chair ont révélé une mortalité de 1,0%. **CRAMER et al., (2003)** dans leur étude sur l'effet de régimes à base de sorgho soumis à diverses procédures industrielles sur les performances des coqs chair trouvent au démarrage un taux de mortalité variant de 0,893 % à 2,679 % en fonction de la technologie alimentaire. En phase de croissance et de finition, les taux de mortalité sont allés jusqu'à plus de 11 %.

CHAPITRE III : GRANULOMETRIE DE L'ALIMENT

La granulométrie est l'étude de la distribution de la taille des particules d'une farine. La granulométrie est une caractéristique fondamentale d'un produit pulvérulent. Elle est en rapport direct avec toutes les opérations unitaires de broyage, séparation, mélange et transferts, mais aussi avec les phénomènes physico-mécaniques liés à l'ingestion et au transit digestif des particules alimentaires d'une poudre.

III.1. PRINCIPE, MESURE ET OBTENTION

III.1.1. PRINCIPE

Etudier la taille des particules est l'objet de l'analyse granulométrique, étudier la forme des particules est l'objet de l'analyse morphologique (**MELCION, 2000**). Le mot « granulométrie » recouvre dans le langage courant tantôt la discipline qui a pour but l'étude de la taille des particules, tantôt la caractéristique elle-même, l'expression de l'état granulaire.

III.1.2. MESURE GRANULOMETRIQUE

III.1.2.1. Signification de la mesure granulométrique

Une particule d'aliment est un individu difficile à caractériser: sa surface, ses contours, ses dimensions sont souvent très irréguliers. Pour contourner cette difficulté, le résultat de la mesure est exprimé par le diamètre qu'aurait la sphère théorique se comportant de la même manière que la particule considérée. Une telle sphère est appelée sphère équivalente. Si la technique utilisée permet de mesurer un volume, nous parlerons de sphère équivalent-volume, caractérisée par un diamètre équivalent-volume. Si la mesure est une surface projetée, on peut définir de la même manière un diamètre équivalent-surface (**MELCION, 2000**). Les dimensions équivalentes sont en réalité des dimensions fictives, relatives à la technique utilisée, mais qu'il est commode d'employer. Par exemple, le diamètre équivalent de tamisage sera le diamètre de la sphère qui

passer juste à travers la même dimension de maille que la particule réelle considérée. Le diamètre équivalent de sédimentation sera le diamètre de la sphère qui possède la même vitesse de sédimentation que la particule.

III.1.2.2. Expression des résultats de la mesure granulométrique

Déterminer la taille d'une seule particule d'un lot s'avère non seulement difficile mais de plus inefficace et non souhaitable pour décrire l'hétérogénéité d'un lot. Toutes les techniques de mesure opèrent donc sur un grand nombre de particules qui composent une population. Le résultat est représenté sous forme d'histogramme appelé distribution granulométrique. La population (la taille des particules) divisée en classes de dimensions c'est-à-dire par rapport au diamètre d'ouverture du tamis est placée en abscisse. Le diamètre d'ouverture du tamis pour mesure le mm (les diamètres peuvent varier de 0,25 mm à 4 mm). Les proportions relatives de la population sont exprimées en fréquences et sont placées en ordonnée.

III.1.3. TECHNIQUE D'ANALYSE DE LA GRANULOMETRIE

Les techniques d'analyse granulométrique sont multiples. Elles sont basées sur des principes variés (ALLEN, 1988): la séparation mécanique (tamisage) ou par l'intermédiaire d'un fluide, gaz ou liquide, la variation de résistance électrique, l'imagerie, la diffraction ou l'absorption de rayonnements. Nous aborderons ici les plus courantes en alimentation animale.

III.1.3.1. Tamisage

Le tamisage est l'une des plus anciennes méthodes d'analyse granulométrique, et aussi l'une des plus largement utilisées car il est peu coûteux. Son principe de base consiste à diviser un matériau pulvérulent en le faisant passer à travers un (ou plusieurs) tamis dont les caractéristiques sont connues.

L'analyse par tamisage est simple et peu coûteuse, mais peu adaptée aux aliments de forme et de structure hétérogènes. Le tamisage peut être effectué par voie sèche ou humide, à la main ou à la machine. Les tamis sont constitués de

toiles tissées à mailles de forme carrée ou de tôles perforées à trous ronds. Leur nomenclature est complexe et peu accessible aux non initiés. Elle fait appel soit à un nombre de mailles par pouce variable selon les pays (gradation en mesh), soit à un poids de tissu (gradation en XX), soit en vide de maille (espacement entre fils d'une toile tissée, exprimé en unités du Système International : microns, millimètres et centimètres).

III.1.3.2. Compteur à variation de résistance

La technique est moins répandue que la précédente, mais son intérêt est de réaliser une mesure directe à la fois en nombre et en volume. L'appareil le plus connu est le compteur Coulter dont le principe de fonctionnement est basé sur la variation de résistance provoquée par les particules placées dans un champ électrique.

III.1.3.3. Diffraction de la lumière

La distribution granulométrique est déduite de l'interaction entre un ensemble de particules et un rayonnement incident. Lorsqu'un rayon lumineux rencontre une particule, la lumière peut être absorbée, diffusée ou transmise. La diffusion est la dispersion du rayonnement lumineux dans toutes les directions de l'espace liée à la rencontre de l'obstacle. La théorie générale décrivant les phénomènes de diffusion par une particule sphérique a été étudiée par MIE en 1908. Le phénomène de diffusion est la diffraction de la lumière (théorie de Fraunhofer) qui s'applique si la taille des particules est nettement supérieure à la longueur d'onde utilisée (particules de taille supérieure à 0,5-1 micron). Le principe est appliqué pour des poudres de quelques micromètres à plusieurs millimètres (**ALLEN et DAVIES, 1988**).

III.1.3.4. Analyse par image

L'imagerie permet de visualiser des objets en deux dimensions, et l'analyse des images permet d'apprécier non seulement la taille mais aussi la forme des particules (**DEVAUX et al., 2000**). L'appareil comporte une caméra associée à

un microscope pour les particules entre 0,5 et 200 μm , ou à un objectif photo classique pour des tailles de particules supérieures. Il s'agit d'une analyse individuelle. Les particules sont généralement visualisées isolées les unes des autres. Le nombre minimum de particules pour une bonne représentation statistique est de 500. A l'échelle microscopique, les particules sont généralement dispersées dans un liquide et placées sur une lame. Toujours à l'échelle macroscopique, des dispositifs ont été proposés et sont maintenant commercialisés qui consistent à acquérir des images de particules passant en flux devant la caméra (**GUILLAUME et al., 1996, NOVALES et al 1998**). L'analyse peut aussi être globale, les particules sont alors observées en vrac sans être nécessairement séparées des unes des autres (**DEVAUX et al., 1997**).

III.1.3.5. Mesure en ligne

Des techniques comme la diffraction de la lumière laser ainsi que l'imagerie en flux tombant sont transposables « en ligne ». Elles permettent une analyse en temps réel de la granulométrie de farines issues de broyeurs ou de séparateurs (**COLLIN, 1996**). La mesure est effectuée soit sur une partie aliquote du flux de matière pulvérulente, soit si la géométrie le permet, sur la totalité du flux. Les informations sont utilisables de deux manières (**MELCION et RIOU, 1997**) :

➤ en boucle ouverte : les données sont utilisées pour contrôler l'uniformité de la production et servent éventuellement à la détection d'incidents en cas de dysfonctionnement, comme par exemple la présence d'un trou dans une grille de broyeur ;

➤ en boucle fermée: l'information permet d'agir en retour sur les paramètres de commande de la machine, à condition que ces paramètres puissent être ajustés en continu. C'est le cas de la vitesse de rotation du rotor d'un broyeur à marteaux ou de l'écartement entre cylindres d'un broyeur à cylindres. La mesure peut être acquise en des temps très courts, de l'ordre de 5 à 10 secondes, inférieurs au temps de réponse de la machine, généralement de 0,5 à 1 minute.

III.1.4. OBTENTION D'UNE GRANULOMETRIE

III.1.4.1. Fragmentation et broyage

La fragmentation est l'ensemble des opérations ayant pour but de réaliser, grâce à l'application de contraintes mécaniques externes, la division d'une masse solide en fragments plus petits. Le broyage est l'opération qui s'applique à une tranche du domaine d'utilisation, en principe 200 µm à 6 mm

Selon la vitesse et le mode d'application de la contrainte, on parlera de compression (0,1-0,8 m/s), d'abrasion, de cisaillement, d'attrition et de percussion (15-200 m/s). Le but technologique du broyage en alimentation animale est de réduire les composants de la graine (ou d'un ensemble de matières premières) en particules de la granulométrie « désirée » afin de permettre un mélange plus homogène et plus stable et une mise en forme plus aisée.

Comme outils, le broyage peut s'effectuer par écrasement friction (meules), compression-cisaillement (broyeur à cylindres) ou par impact (broyeur à marteaux). Ce dernier est de loin le plus utilisé en alimentation animale (DAVID, 1985). La granulométrie d'une farine dépend surtout du diamètre des trous de la grille et de la vitesse de percussion des marteaux. Les diamètres de grilles utilisées en alimentation aviaire pour le broyage de l'aliment en général, des céréales, en particulier, au Sénégal sont : 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm et 6 mm.

III.1.4.2. Séparation

La séparation est une autre façon de maîtriser la granulométrie, elle est étroitement complémentaire du broyage. Les méthodes de séparation par classement utilisées pour l'analyse granulométrique peuvent être transposées au niveau préparatif à savoir : tamisage, criblage, élutriation, cyclonage, sédimentation. Les variables propres au produit sont bien entendu les dimensions des particules broyées, mais aussi leur forme et leur masse volumique. Le classement est habituellement réalisé par tamisage ou par

séparation dans un fluide gazeux. La turbo séparation permet de fractionner la graine en ses principaux constituants. La turbo séparation consiste en un broyage ultra-fin (3 à 50 μm) de la graine, éventuellement décortiquée, suivi d'une séparation centrifuge par air (**PREM et PIAT, 1977**), les particules riches en amidon, plus lourdes et de taille élevée sont séparées des particules protéiques, de taille plus faible (**VANDER-BURGT, 1992**)

III.2. EFFETS SUR LE PROCESSUS DIGESTIF DES OISEAUX

La taille élevée des particules des aliments modifie le transit digestif chez les oiseaux à court terme, car elle allonge le temps de transit par rétention plus long dans le gésier, mais aussi à long terme par augmentation du poids du gésier (**MUNT et al., 1995 ; CARRE, 2000**).

Cette augmentation de poids pourrait être favorable à la digestion des protéines : une relation positive a, en effet, été observée entre la taille des gésiers et les digestibilités des protéines individuelles (**MAISONNIER et al., 1999**). En effet, la vidange du gésier est sélective sur la taille particulaire et ne laisse passer que les particules dont la taille ne dépasserait pas 0,5 à 1,5 mm (**FERRANDO et al., 1987**). Pour les particules alimentaires de taille supérieure à cette limite, le temps de séjour dans le gésier dépend du temps nécessaire à ce dernier pour réduire la taille des particules jusqu'à la limite requise. Le temps de séjour dans le gésier dépend aussi du moment où la particule est déformée de la manière la plus appropriée pour pouvoir passer le pylore. La résistance, la forme et la plasticité d'une particule sont donc également importantes. Les molécules de poids moléculaire faible représentent la majeure partie des constituants azotés retrouvés en fin de digestion (**CREVIEU et al., 1997**). Ces effets s'opèrent via un meilleur contrôle du transit intestinal par la vidange gastrique lorsque l'aliment est broyé grossièrement. Concernant l'excrétion d'eau, une autre expérience laisse à penser que la granulométrie pourrait être aussi bénéfique pour des raisons analogues concernant la digestion des protéines. Des blés durs aux granulométries les plus grossières ont entraîné les pertes hydriques les plus

faibles (**IDI, 1997**). Toutefois, un broyage grossier peut aussi présenter des inconvénients sur la digestibilité de certains constituants alimentaires. Les plus sensibles sont en général l'amidon et les lipides. La réduction des tailles particulières entraîne souvent un effet prononcé sur la digestion de l'amidon, mais pratiquement aucun résultat sur la digestion des protéines (**LACASSAGNE et al., 1991, CONAN et al., 1992**). Il a aussi un effet bénéfique sur la digestion des lipides (**MITCHEL et al., 1972, SHEN et al., 1983**). Toutefois, une mouture trop fine perturbe les performances des volailles en provoquant les accélérations du transit et donc un problème de litière (**CARRE, 2000**).

III.3. EFFETS SUR LES PERFORMANCES DES POULETS DE CHAIR

III.3.1. CONSOMMATION ALIMENTAIRE ET L'INDICE DE CONSOMMATION

La taille moyenne des particules et leur variabilité peuvent affecter les performances des poulets de chair (**NIR et al., 1994**). Les particules grossières provoquent une forte consommation, tandis les particules fines entraînent une consommation faible de la part des poulets de chair. En effet, les grosses particules sont consommées immédiatement après chaque distribution de l'aliment (**ROUSELLE et RUDEAUX, 1994**), les volailles consomment préférentiellement les particules suffisamment grosses pour être saisies efficacement par leur bec (**PICARD et al., 1997**). A contrario, **SVIHUS et al. (2004a)** n'observent pas de différence.

Des miettes contenant de trop fines particules auront pour effet de diminuer la consommation des animaux (**VOLAILLES, 2005**).

III.3.2. CROISSANCE ET ENGRAISSEMENT

Les grosses particules alimentaires entraînent une meilleure croissance du poulet de chair et un poids vif plus intéressant que les fines particules. **CABRERA (1994), YASAR (2003)** et **PIRON et al. (2007)** n'observent aucun effet de la

taille des particules alimentaires sur les performances de croissance des poulets de chair.

III.3.3. RENDEMENT CARCASSE

YASAR (2003) observe un meilleur rendement carcasse avec les oiseaux lorsque le blé est broyé grossièrement (grille 7 mm) par rapport à une mouture plus fine (4 mm).

III.3.4. VITALITE ET LA MORTALITE

Les particules grossières entraînent une croissance rapide et un fort gain de poids chez les poulets de chair. En effet, 10 à 30% de volailles peuvent souffrir d'affections douloureuses des pattes causées par des infections des os et des articulations, ainsi que des malformations du squelette. En plus, avec des régimes contenant des particules grossières, on relève plus de cas d'ascite et de syndrome de mort subite chez le poulet de chair. Ceci serait dû à des teneurs élevées en protéines et en énergie métabolisable (**GRASHORN, 1994**). Par ailleurs, le risque d'arythmies ventriculaires est beaucoup plus élevé chez des poulets de chair nourris *ad libitum* que chez des poulets de chair restreints à 70 % ou 55 % de la consommation à volonté (**MIRSALIMI et al., 1993**)

**PARTIE EXPERIMENTALE : EFFETS DE LA NATURE DES
CEREALES ET DE LA TAILLE PARTICULAIRE SUR LES
PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES DES POULETS DE
CHAIR**

CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSION

CHAPITRE III : RECOMMANDATIONS

CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

I.1. SITE ET PERIODE DE TRAVAIL

Le travail a été conduit à l'Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar, dans un bâtiment réservé à cet effet. C'est un bâtiment dont la toiture est faite de tôles en fibrociment. Il a de nombreuses ouvertures bien que celles-ci ne soient pas à la hauteur des animaux. L'essai s'est déroulé du 11 septembre 2008 au 23 octobre 2008.

I.2. MATERIELS

I.2.1. CHEPTEL EXPERIMENTAL

L'étude a porté sur 450 poussins de souche Cobb 500 non sexés livrés par un fournisseur de la place. Après examen, les 450 poussins ont été retenus pour l'expérimentation et répartis en quatre lots à partir du 1^{er} jour d'âge comme suit :

Lot 1: animaux nourris à l'aliment à base de maïs broyé à 2 mm ;

Lot 2: animaux nourris à l'aliment à base de sorgho broyé à 2 mm ;

Lot 3: animaux nourris à l'aliment à base de maïs broyé à 6 mm ;

Lot 4: animaux nourris à l'aliment à base de sorgho broyé à 6 mm.

Le nombre de sujets par lot a été de 100, chaque lot a été subdivisé en 4 sous lots de 25 sujets chacun (figure 3). La densité au démarrage a été de 40 poussins/m² et celle de fin de cycle a été de 10 oiseaux/m². A 21 jours d'âge, les animaux ont été identifiés à l'aide de bagues fixées sur la membrane alaire (figure 4), ensuite les lots ont été repartis dans tout le bâtiment d'élevage (figure 5).



Source : Auteur

Figure 3: Répartition des poussins au démarrage



Source : Auteur

Figure 4: Volaille baguée



Source : Auteur

Figure 5: Répartition des oiseaux dans le bâtiment pendant la phase de croissance-finition

I.2.2. MATERIEL D'ELEVAGE ET DE CONTROLE DES PERFORMANCES

Le matériel d'élevage utilisé durant l'expérimentation est composé de :

- Matériel d'élevage (mangeoires, abreuvoirs, radiant, ampoules, seaux, litière) ;
- Balance de précision de marque SEVERINND (1 à 5000 g) ;
- Thermohygromètre ;
- Panneaux en carton lors de la mise en lot au démarrage ;
- Panneaux grillagés avec cadre en bois pour la mise en lot au démarrage en croissance et en finition ;
- Bagues d'identification ;
- Matériel de nettoyage et désinfection ;
- Médicament et matériel vétérinaire ;
- Dispositif pour récolter les données.

I.2.4. ALIMENTS UTILISES

Depuis le démarrage jusqu'à la finition, les oiseaux ont été soumis à 4 rations expérimentales, chacune subdivisée en aliment démarrage et en aliment croissance-finition. Les rations à base de maïs ont été constituées de 57,34% (démarrage) et de 60,79% (croissance-finition) de maïs avec deux niveaux broyage de cette céréale (2 mm et 6 mm). Dans les autres rations, le maïs a été substitué poids pour poids, par le sorgho broyé à 2 mm et à 6 mm. Le maïs et le sorgho sont d'origine locale. La fabrication de l'aliment a été réalisée à la meunerie du Complexe Avicole de MBAO. La composition des différentes rations expérimentales est présentée dans le tableau XVI. La formulation des rations a été faite sur la base des recommandations du **NRC 1994** (United States National Research Center) pour la volaille avec des marges de sécurité de 15 à 50% pour tenir compte de la variabilité des éléments nutritifs dans les matières premières. Tous les acides aminés essentiels ont été majorés d'au moins 15%, les vitamines d'au moins 50%, les oligo-éléments d'au moins 25% et le calcium (Ca), le phosphore disponible (P), le sodium (Na) et le chlore (Cl) d'au moins 15%. L'équilibre électrolytique (Na⁺, K-Cl) a été de 240 mEq/kg. Un coccidiostatique et un antibiotique ont été ajoutés à tous les régimes. Les quatre traitements ont été présentés sous la forme de farine.

Tableau XVI: Régimes utilisés par traitement

Ingrédients		J1 à J21	J21 à J42
Céréales (%)		57,34	60,79
Tourteau de soja (%)		21,55	22,76
Tourteau d'arachide (%)		5	5
Tourteau de coton (%)		3	3
Farine de poisson (%)		10	5
D-L Méthionine (%)		0,26	0,13
L-Lysine (%)		0	0,06
L-Thréonine (%)		0,05	0,08
Biotine (%)		0,00012	0,0002
CMV (%)		0,34	0,25
Coquille d'huitre (%)		0,1	1,31
Phosphore bicalcique (%)		1	0,83
Sel (%)		0,22	0,25
NaHCO ₃ (%)		0,33	0,37
Coccidiosat (%)		0,62	0,1
Antibiotique (%)		0,18988	0,0698
Total (%)		100	100
Calculé	Kcal/kg	2887	2888
	Total Ca (%)	1,15	1,04
	Phosphore disponible (%)	0,52	0,40
	Lysine (%)	1,29	1,15
	Méthionine (%)	0,64	0,50
	Thréonine (%)	0,92	0,86
	Tryptophane (%)	0,28	0,26
	Eq.électrolytique mEq/kg	240	240

I.3. METHODES

I.3.1. CONDUITE D'ELEVAGE

En aviculture, la pratique de la bande unique (un seul âge et une seule souche par ferme) de façon à respecter le système <<tout plein - tout vide>> constitue la règle d'or de l'élevage. En effet, la réussite de la conduite d'élevage nécessite la maîtrise par l'aviculteur de plusieurs paramètres qui sont : l'hygiène, les normes d'élevage, les conditions d'ambiance, les éléments de comptabilité et de gestion.

I.3.1.1. Préparation de la salle d'élevage

Dix sept jours avant l'arrivée des poussins, la salle d'élevage a fait l'objet d'un vide sanitaire. La qualité du vide sanitaire doit être liée non à sa durée, mais à l'efficacité de la désinfection. Il a consisté à vider la salle de tout matériel d'élevage, à faire un trempage et un lavage, suivi de la désinfection avec de la chaux vive. Le matériel d'élevage aussi a été désinfecté à l'eau de javel et la veille de l'arrivée des poussins, la poussinière a été bien délimitée. Des panneaux en cartons et des panneaux grillagés avec cadre en bois ont été installés pour constituer 20 superficies de 1,5 m², chacune permettant d'assurer une densité de 40 individus/m². Les différentes zones délimitées ont été recouvertes de copeaux, le thermohygromètre a été installé et le dispositif de chauffage a été mis en place constitué de 4 lampes incandescentes de 100 watts chacune. Elles ont été placées à une hauteur de 1,2 m du sol. Notons aussi la fermeture de toutes les fenêtres par du plastique noir qui a permis de chauffer les aires de démarrage à une température désirée comprise entre 30 à 33 degrés.

I.3.1.2. Arrivée des poussins

Les poussins sujets de l'expérimentation ont été achetés au couvoir de la SEDIMA (Sénégalaise de Distribution de Matériel Avicole), ils ont ensuite été vaccinés contre la pseudo peste aviaire ou maladie de Newcastle à la clinique vétérinaire de Keur Massar. Les animaux ont été transportés dans une voiture jusqu'au poulailler. A leur arrivée, les contrôles suivants ont été effectués :

- nombre de poussins livrés ;
- poids moyen des poussins ;
- état des poussins (état du bec, des pattes, de l'ombilic) ;
- résistance des poussins (en pressant légèrement le poussin des deux mains).

Les poussins ont été répartis en 16 lots de 25 sujets chacun avec un poids moyen de 44,64 g. La mise en lot a été faite de telle sorte qu'il n'y ait pas de différence significative entre les différents traitements. Le tableau XVII montre le plan de prophylaxie dont ils ont fait l'objet.

Tableau XVII: Planning de prophylaxie médicale

Age (jours)	Opérations	Produits utilisés
1	Vaccination contre la maladie de Newcastle	Imopest (IM) HB1 (trempage de bec)
2, 3, 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, 14, 15	Prévention des réactions post vaccinales et du stress	Anti-stress (eau de boisson)
21	Rappel vaccinal 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	Rappel vaccinal contre la maladie de Gumboro	Hipragumboro (eau de boisson)
27	Prévention des réactions post vaccinales et du stress	Anti-stress (eau de boisson)
35	Déparasitage	PIPERAZINE (eau de boisson)
36, 37, 38 et 39	Prévention des troubles de la croissance	Vitaminothérapie (eau de boisson)

I.3.1.3. Alimentation des animaux

Pendant toute la durée de l'essai, les animaux ont été alimentés et abreuvés à volonté. Ils ont été nourris selon le programme alimentaire présenté dans le tableau XVIII.

Le passage d'un aliment à un autre s'est fait grâce à une transition alimentaire de trois jours notamment les 20^{ième}; 21^{ième} et 22^{ième} jours pour le passage de l'aliment démarrage à l'aliment croissance-finition.

Tableau XVIII: Planning d'alimentation et présentation des aliments

Phases d'élevage	Traitements			
	Maïs (2 mm)	Sorgho (2 mm)	Maïs (6 mm)	Sorgho (6mm)
I ^{ère} phase	Aliment démarrage (farine)	Aliment démarrage (farine)	Aliment démarrage (farine)	Aliment démarrage (farine)
II ^{ème} phase	Aliment croissance finition (farine)	Aliment croissance finition (farine)	Aliment croissance finition (farine)	Aliment croissance finition (farine)

I.3.1.4. Eclairage des animaux

Les animaux ont été élevés sous éclairage constant. L'éclairage diurne s'est fait par la lumière naturelle alors que l'éclairage de nuit s'est fait par des ampoules de 100 watts (démarrage) et de 60 watts (croissance-finition) disposées de part et d'autre du bâtiment.

I.3.2. COLLECTE DES DONNEES

I.3.2.1. Consommation alimentaire et paramètres d'ambiance

La consommation alimentaire journalière des animaux a été enregistrée sur des fiches sur la base de la pesée des quantités distribuées et de refus journaliers d'aliments. Les températures et l'hygrométrie maximales et minimales

journalières ont été enregistrées sur une fiche de consommation alimentaire et d'ambiance (tableau XIX et annexe I).

Tableau XIX: Température et hygrométrie moyennes selon la période d'élevage

Période d'élevage	Température minimale (°C)	Température maximale (°C)	Hygrométrie minimale (%)	Hygrométrie maximale (%)
J1 à J21	28	32	40	58
J22 à J42	28	32	33	55

I.3.2.2. Poids des animaux

Pendant les 42 jours d'élevage, trois pesées ont été effectuées. La pesée s'est faite à l'arrivée des poussins dans le bâtiment d'élevage, ensuite le 21^{ème} jour et enfin le 42^{ème} jour d'élevage. Chaque sujet a été pesé individuellement à l'aide d'une balance à précision électronique de marque® SEVERINND (figure 6). Les poids respectifs des animaux ont été enregistrés sur une fiche de pesée des animaux (annexe II).



Source : Auteur

Figure 6: Pesée individuelle des sujets

I.3.2.3. Mortalités

Les cas de mortalité ont été enregistrés sur une fiche de mortalité (annexe III) et les autopsies ont été réalisées pour en déterminer les causes.

I.3.2.4. Poids des carcasses

Quarante-huit (48) animaux dans chacun des lots 1, 2, 3 et 4 ont été abattus et déplumés à 42 jours. Ils ont ensuite été éviscérés. Les pattes, la tête, le foie, le gésier les intestins et le gras méésentérique (figure 7) ont été pesés individuellement ainsi que la carcasse. Les poids vifs avant abattage et les poids de carcasses ont été répertoriés sur une fiche d'abattage (annexe IV) ainsi que le poids des différents abats cités plus haut.



1-Carcasse éviscérée

2- intestin plein

3- foie www.aaa.com



4-tête

5- pattes

Figure 7: Pesée des différentes caractéristiques de carcasse

I.3.2.5. Consommation alimentaire individuelle

La consommation alimentaire individuelle permet d'évaluer les quantités d'aliments consommés par animal sur une période de temps déterminée. Elle a

été calculée à l'aide des mesures de quantités d'aliments distribuées et des refus selon la formule suivante :

$$\text{(g)} = \frac{\text{Quantité d'aliments distribuée (g)} - \text{Quantité d'aliment refusée (g)}}{\text{Durée de la période} \times \text{nombre de sujets}}$$

I.3.3. CALCUL DES VARIABLES ZOOTECHNIQUES

Les données collectées ont permis de faire les calculs de différentes variables zootechniques et de déterminer ainsi la consommation alimentaire individuelle (Ci), le Gain Moyen Quotidien (GMQ), le rendement carcasse (RC), l'Indice de Consommation (IC) et le taux de mortalité.

I.3.3.1. Gain Moyen Quotidien

Les mesures des poids répertoriés ont permis de calculer le Gain Moyen Quotidien en faisant le rapport du gain moyen pondéral pendant une période sur la durée (en jours) de la période.

Gain de poids (g) pendant une période

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

I.3.3.2. Indice de consommation

Il a été calculé en faisant le rapport du gain de poids pendant une période sur la quantité d'aliment consommée pendant cette même période.

Quantité d'aliment consommée pendant une période (g)

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

I.3.3.3. Rendement carcasse

Il a été calculé en faisant le rapport du poids carcasse après éviscération sur le poids vif du sujet à l'abattage. Il a été exprimé en pourcentage (%).

Poids de la carcasse vide (g) x 100

RC = _____

Poids vif à l'abattage (g)

I.3.3.4. Taux de mortalité

Le taux de mortalité a été déterminé en faisant le rapport du nombre de morts enregistrés pendant la période d'élevage sur le nombre d'animaux en début d'élevage. Il a été exprimé en pourcentage (%).

Nombre de morts au cours d'une période x 100

TM = _____

Effectif en début de la période

I.3.5. ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES

Les données collectées ainsi que les variables calculées ont fait l'objet d'un traitement statistique à l'aide du logiciel SPSS (Statistical Package for the Social Science) par le biais d'une analyse de variance.

CHAPITRES II : RESULTATS ET DISCUSSION

II.1. RESULTATS

II.1.1. EFFETS DE LA NATURE DES CEREALES ET DE LA TAILLE DES PARTICULES SUR LA CROISSANCE

II.1.1.1. Poids vif des oiseaux

Au début de l'essai, les poids vifs moyens des animaux des quatre lots sont identiques et ont une valeur de 44,64 g.

Pendant la période de démarrage, les lots maïs (2 mm et 6 mm) et sorgho 6 mm affichent une meilleure croissance pondérale, tandis que le lot sorgho 2 mm donne le moins bon résultat (figure 8). En période de croissance finition, il rattrape les trois autres traitements.

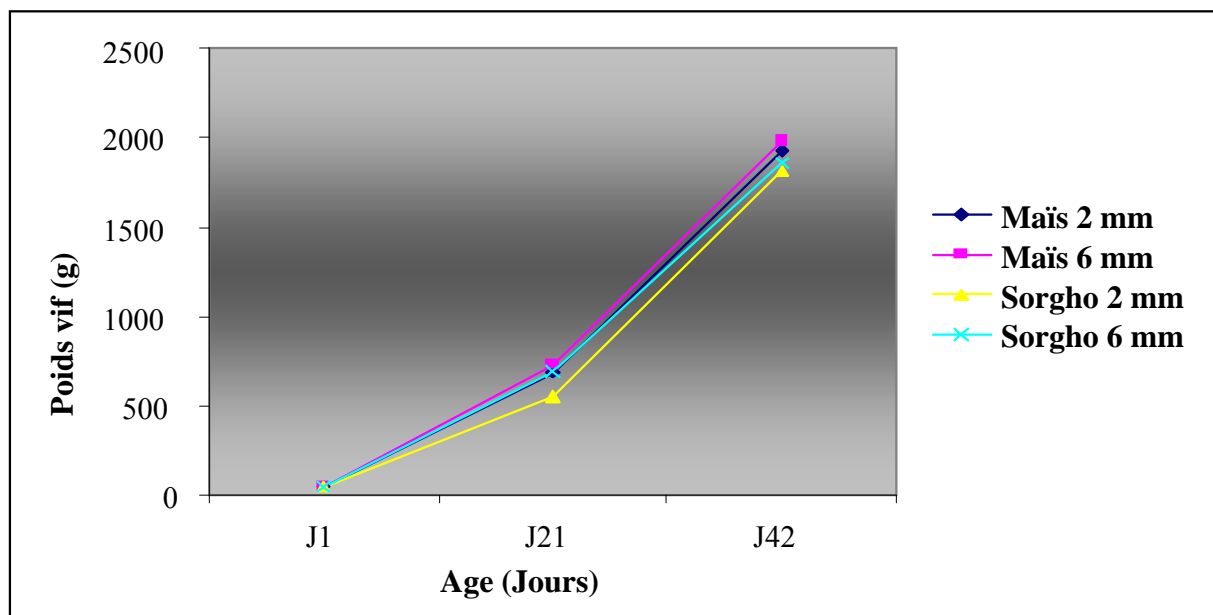


Figure 8: Evolution du poids vif des oiseaux en fonction des traitements au cours de l'expérimentation

Les volailles ayant eu un régime à base de maïs présentent une supériorité pondérale significative ($p < 0,05$) sur celles ayant consommé les régimes à base de sorgho (tableau XX). Les poids vifs moyens des animaux sont donc de $706,75 \pm 34,78$ g pour le régime à base de maïs et de $619,32 \pm 34,78$ g pour le

régime à base de sorgho à la fin du démarrage (21 jours), contre $1960,14 \pm 90,53$ g et $1838,59 \pm 85,18$ g à 42 jours ; cela correspond à une amélioration du poids de 14% au démarrage en faveur du maïs. Cette supériorité du maïs n'est que de 6,6 % à la croissance-finition.

Concernant la taille des particules, les effets varient en fonction de la phase d'élevage. Au démarrage, le poids moyen est 712,93 g avec les régimes dont les céréales sont broyées à 6 mm, contre 613,13 g pour la taille particulière de 2 mm, soit une augmentation de 16,3%. A l'opposé, à la fin de la croissance-finition, la taille particulière n'a pas d'effet significatif ($p > 0,05$) sur le poids vif des oiseaux.

Lorsque la nature de la céréale est croisée avec la taille particulière, au démarrage les poids sont de 734,43 g (maïs broyé à 6 mm), de 691,44 g (sorgho broyé à 6 mm) et de 679 g (maïs broyé à 2 mm). Le lot 2 (sorgho broyé à 2 mm) donne le moins bon résultat qui est de 20% plus faible que celui des lots 1 et 4 (maïs à 2 mm et sorgho à 6 mm) et de 25,5% inférieur à celui du lot 3 (maïs broyé à 6 mm). Les différences de poids observées au démarrage se sont aplanies au cours de l'élevage. La conséquence en est l'absence de différence de poids à 42 jours entre les 4 traitements.

Tableau XX: Paramètres de croissance en fonction de la nature des céréales et de la taille des particules

Paramètres	En fonction des céréales		S	En fonction des particules		S	Maïs		Sorgho		S
	Maïs	Sorgho		2 mm	6 mm		2 mm	6 mm	2 mm	6 mm	
Poids vif (g)											
1 j	44,64	44,64		44,64	44,64		44,64	44,64	44,64	44,64	
21 j	706,75±34,78a	619,32±34,78b	*	613,13±71,7a	712,93±30,17b	**	679±18,86a	734,43±20,59b	547,2±7,04c	691,44±21,62a	***
42 j	1960,14±90,53a	1838,59±85,18b	*	1875,39±120a	1923,34±90,39a	ns	1932,5±114a	1987,78±63,93a	1838,28±109,2a	1878,9±62,46a	ns
GMQ (g/j)											
21 j	31,52±1,65a	27,36±3,73b	*	27,07±3,41a	31,82±1,43b	**	30,21±0,89a	32,84±0,98b	23,93±0,33c	30,80±1,02a	***
42 j	59,68±4,31a	58,06±4,70a	ns	60,10±5,38a	57,63±4,44a	ns	59,68±6,11a	59,68±2,46a	60,52±5,46a	55,59±2,35a	ns
Global	45,60±2,15a	42,71±2,02b	*	43,58±2,85a	44,73±2,15a	ns	44,94±2,71a	46,26±1,52a	42,22±2,6a	43,19±1,48a	ns

*S : Significations ; a, b, c : Les moyennes suivies des lettres différentes au sein d'une même ligne sont significativement différentes ; ns : $p > 0,05$; * : $p < 0,05$; ** : $p < 0,01$; ***: $p < 0,00$.*

II.1.1.2. Vitesse de croissance des oiseaux

Il y a une différence significative entre les animaux au niveau du gain moyen quotidien ($p < 0,01$) selon la nature de la céréale consommée (tableau XX). Globalement, c'est le maïs qui donne le meilleur GMQ qui est supérieur de 6,8 % au sorgho. Concernant la taille des particules alimentaires, le GMQ est plus élevée à 6 mm qu'à 2 mm à 21 jours (tableau XX). Il est, respectivement, de 31,82 g/j et de 27,07 g/j, soit une supériorité de 17,5% du premier sur le second. Lorsqu'on considère à la fois la nature de la céréale et la taille des particules, les résultats sont supérieurs de 6,6% dans le traitement 3 par rapport au traitement 1 et 4. Durant la croissance finition ainsi que sur l'ensemble de l'essai, les GMQ ne diffèrent pas significativement ($p > 0,05$) d'un traitement à l'autre.

II.1.2. EFFETS DE LA NATURE DES CEREALES ET DE LA TAILLE DES PARTICULES SUR L'EFFICACITE ALIMENTAIRE

La nature de la céréale n'a aucunement influencé la consommation alimentaire des volailles. Par contre, la taille des particules a eu un effet sur la consommation (tableau XXI). En effet, la consommation des rations à base de céréales broyées à 6 mm a été supérieure de 9% à celles avec des céréales broyées à 2 mm. Concernant la taille des particules et la nature des céréales, le sorgho broyé à 6 mm a été le plus consommé. Cette différence a commencé à se ressentir à partir de la 2^{ème} semaine de vie des oiseaux jusqu'au 35^e jour, puis s'est ensuite atténuée pour cumuler retrouver au même niveau que les autres traitements (figure 9). Cette attitude des oiseaux vis à vis du sorgho nous laisse à penser que leur préférence est orientée vers cette céréale broyée à 6 mm. L'indice de consommation est plus faible avec le maïs qu'avec le sorgho. Bien que l'IC de consommation soit plus élevé chez les oiseaux ayant reçu le régime avec la taille des particules de sorgho de 6 mm, la différence n'est pas significative (tableau XXI).

Tableau XXI: Paramètres de consommation en fonction de la nature des céréales et de la taille des particules

Traitement Paramètres	En fonction des céréales		S	En fonction des particules		S	Maïs		Sorgho		S
	Maïs	Sorgho		2 mm	6 mm		2 mm	6 mm	2 mm	6 mm	
consommation moyenne (g)											
21j	51,44 ±1.8a	52,81 ±5,91a	ns	49,08 ±2,64a	55,17 ±3,3b	**	50,37 ±2a	47,79 ±2,77a	52,50 ±0,62a	57,84 ±2,56b	**
42j	106.85±6.19a	111,91 ±5,19a	ns	105,39 ±5,17a	113,37±4,1b	**	102,94 ±5,43a	107,84 ±4,10a	110,76 ±4,38a	115,98 ±1,35a	ns
Globale	79,14 ±3,81a	82,36 ±5,11a	ns	77,23 ±2,83a	84,27±3,38b	**	76,66 ±3,58a	81,63±2,15ab	77,81 ±1,55a	86,91 ±1,87b	**
IC											
21j	1,53 ±0,07a	1,79 ±0,09b	***	1,69 ±0,17a	1,63 ±0,14a	ns	1,55 ±0,09a	1,50 ±0,03a	1,50 ±0,03a	1,75 ±0,08b	*
42j	1,14 ±0,03a	1,27 ±0,05b	***	1,18 ±0,07a	1,24 ±0,08a	ns	1,12 ±0,04a	1,17 ±0,15a	1,17 ±0,15a	1,31 ±0,05a	ns
Global	1,69± 0,5a	1,88 ±1,24b	***	1,73 ±0,1a	1,84 ±0,14a	ns	1,66 ±0,06a	1,8 ±0,9a	1,8 ±0,9a	1,86 ±0,9a	ns

*S : Significations ; a, b: Les moyennes suivies des lettres différentes au sein d'une même ligne sont significativement différentes ; ns : $p > 0,05$; * : $p < 0,05$; ** : $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$*

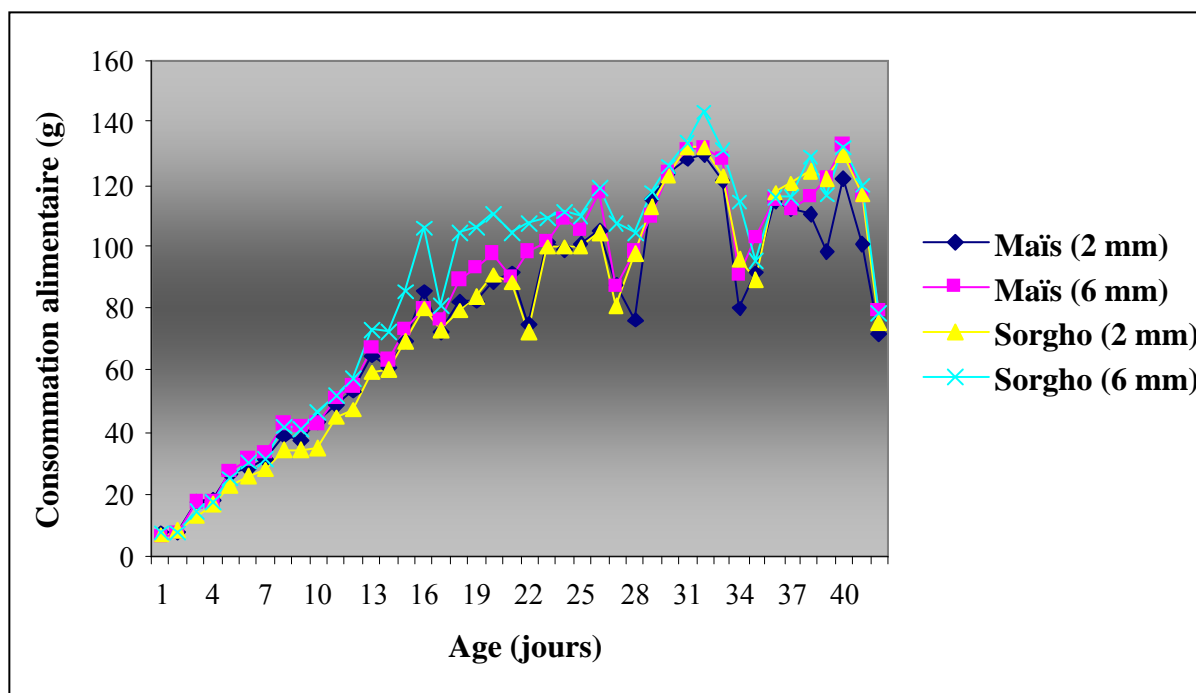


Figure 9 : Evolution de la consommation alimentaire individuelle des oiseaux en fonction des traitements

II.1.3. EFFETS DE LA NATURE DES CEREALES ET DE LA TAILLE DES PARTICULES SUR LES CARACTERISTIQUES DE CARCASSE

La nature des céréales a un impact sur le poids carcasse et le dépôt de gras. Le poids carcasse obtenu avec le maïs est significativement ($p < 0,05$) plus élevé que celui obtenu avec le sorgho. Nous constatons aussi que le maïs avec une moyenne de $21,20 \pm 8,49$ g, entraîne un dépôt de gras significativement plus important ($p < 0,01$) que le sorgho ($17,26 \pm 6,91$ g) (tableau XXII). Le meilleur poids carcasse est obtenu avec les particules grossières. Ainsi, à 6 mm, le poids carcasse est autour de $1441,63 \pm 178,92$ g contre $1384,67 \pm 194,57$ g à 2 mm (tableau XXII). Les caractéristiques de carcasse ne sont pas significativement affectées par l'effet combiné de la nature des céréales et de la taille des particules.

Tableau XXII: Caractéristiques de carcasse en fonction de la nature des céréales et de la taille des particules

C.C. / Traitement	En fonction des céréales		S	En fonction des particules		S	Maïs		Sorgho		S
	Maïs	Sorgho		2 mm	6 mm		2 mm	6 mm	2 mm	6 mm	
Poids carcasse (g)	1444,29±192a	1382,02±180,51b	*	1384,67±1947a	1441,63±178b	*	1429,25±195a	1459,33±189a	1340,10±185a	1423,93±167a	ns
Rend.Carc. (g)	73,49±2,79a	72,95±2,37a	ns	73,29±2,47a	73,15±2,73a	ns	73,82±1,97a	73,16±3,41a	72,77±2,8a	73,13±1,86a	ns
Gras més. (g)	21,20±8,49a	17,26±6,91b	**	20 ±7,91a	18,46±8a	ns	21,64±8,35a	20,77±8,7a	18,35±7,16a	16,16±6,54a	ns
Gésier vide (g)	31,21±8,25a	30,82±10,65a	ns	30,45±8,72a	31,58±10,23a	ns	30,5 ±9,37a	31,85±6,98a	30,33±8,12a	31,31±12,76a	ns
Foie (g)	38,36±9,53a	36,07±10,82a	ns	35,35±7,87a	39,08±11,81b	*	36,14±7,94a	40,58±10,32a	34,56±7,81a	37,58±13,08a	ns
Intestin plein (g)	76,63±14,77a	73,12±15,32a	ns	73±12,67a	76,76±17,07a	ns	73,47±14,32a	79,79 ±14,67a	72,52±910,9a	73,72±18.85a	ns
Intestin vide (g)	47,75±9,53a	47,10±11,68a	ns	47,84±10,51a	47,01±10,8a	ns	47,39±10,32a	48,10±8,76a	48,29±10,78a	45,91±12,51a	ns
Tête (g)	46,08±8,24a	45,09±11,42a	ns	45,75±8,91a	45,42±10,92a	ns	47,06±9,11a	45,1±7,36a	44,43±8,7a	45,75±13,68a	ns
Pattes (g)	85,94±70,84a	76,94±17,33a	ns	82,67±70,65a	80,21±19,12a	ns	91,79±98,50a	80,1±19,27a	73,56±14,72a	80,33±19,16a	ns

*C.C. : caractéristiques de Carcasse ; Gras més. : Gras mésentérique ; Rend.Carc. : Rendement carcasse ; S : Signification ; a, b: Les moyennes suivies des lettres différentes au sein d'une même ligne sont significativement différentes ; ns : $p > 0,05$; * : $p < 0,05$; ** : $p < 0,01$*

II.1.4. EFFETS DE LA NATURE DES CEREALES ET DE LA TAILLE DES PARTICULES SUR LA MORTALITE

Le taux de mortalité dans le bâtiment s'élève à 4,62 % et diffère fortement entre les traitements. Elle est de 2 % dans les traitements maïs 6 mm et sorgho 6 mm contre 6% (sorgho 2 mm) et 9% (maïs 2 mm) (tableau XXIII). Le traitement à base de maïs enregistre beaucoup plus de morts (11 morts) que celui au sorgho (8 morts). Lorsqu'on se situe au niveau de la taille des particules alimentaires, on constate que plus de la moitié d'animaux morts viennent des traitements à taille de particules fines. Les mortalités ont varié en fonction des différentes phases de l'élevage, puisque nous avons enregistré 15 morts en croissance-finition contre 4 au démarrage (tableau XXIII).

Les mortalités en début d'élevage dans le bâtiment sont dues au syndrome ascite du poulet de chair (fig.10). Dans la cavité abdominale du poulet, il se caractérise par une forte accumulation liquidienne. Par contre en croissance-finition, ce sont les difficultés respiratoires qui ont été la cause des mortalités en relation avec le stress thermique.

Tableau XXIII: Tableau comparatif des mortalités

Traitements Nombre de sujets morts	Maïs		Sorgho		Total
	2 mm	6 mm	2 mm	6 mm	
Démarrage	2	0	2	0	4
Croissance-finition	7	2	4	2	15
Total	9	2	6	2	19
Taux de mortalité	9%	2%	6%	2%	4,62%



Source : Auteur

Figure 10: Carcasses de poulets présentant le syndrome ascite du poulet de chair

II.1.5. ANALYSE ECONOMIQUE

Dans l'analyse économique (tableau XXIV), au niveau des coûts de productions seule l'alimentation a été prise en compte, les autres postes budgétaires étant les mêmes par ailleurs.

Les aliments sorgho ont été les moins coûteux, leur prix au kilogramme est avantageux, mais discutable. Les mois de septembre et octobre, période pendant laquelle nous avons mené notre étude était une période de soudure. Cette soudure est caractérisée par une raréfaction des céréales, parfois celles qui sont présentes sont de mauvaises qualités et de facto un prix élevé de celles-ci sur le marché Sénégalais. Nul ne doute donc qu'en période favorable, les prix des différents aliments seraient plus intéressants.

Chaque traitement réalise une bonne marge bénéficiaire supérieure au prix de revient de l'aliment. La prise en compte du taux de mortalité dans l'analyse économique pourrait réduire l'efficacité économique des traitements maïs et sorgho à 2 mm.

Tableau XXIV: Etude économique

Traitements Paramètres	Maïs		Sorgho	
	2 mm	6 mm	2 mm	6 mm
Consommation alimentaire (kg)				
• Démarrage	1,06	1,11	1,01	1,21
• Croissance finition	2,16	2,33	2,26	2,43
Prix de l'aliment (FCFA/kg)				
• Démarrage	328	328	292,37	292,37
• Croissance finition	328	328	292,37	292,37
Coût de l'aliment (FCFA)	1056,9a	1125,41a	956,3b	1068a
Poids carcasse (kg)	1,43	1,46	1,34	1,42
Prix de vente par kg (FCFA)	1600	1600	1600	1600
Prix d'un poulet (FCFA)	2286,8	2334,93	2144,16	2278,3
Marge au coût alimentaire (FCFA)	1229,9	1209,51	1187,87	1210,26

II.2. DISCUSSION

II.2.1. EFFETS DE LA NATURE DES CEREALES SUR LES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES

II.2.1.1. Poids vifs

Les volailles ayant eu un régime à base de maïs (1960,14 g) présentent une supériorité pondérale significative ($p < 0,05$) sur celles ayant consommé les régimes à base de sorgho. Ce résultat pourrait s'expliquer par la teneur en tanins du sorgho (ELKIN *et al.*, 1996) qui dépriment la croissance de la volaille par une réduction de l'utilisation de l'énergie, des protéines et des acides aminés (TREVINIO, 1992 et ELKIN *et al.*, 1996). Ces résultats corroborent ceux de ATTIA (1998) et de IBRAHIM *et al.* (1988) qui ont démontré que des sorghos contenant, respectivement, 0,397% et 0,15% à 0,20% de tanins déprimaient la croissance des poulets de chair. A contrario, plusieurs études ont prouvé que les gains de poids des poussins nourris à des régimes contenant du maïs ou du

sorgho ne diffèrent pas de manière significative (**BORNSTEIN et LIPSTEIN, 1971 ; DOUGLAS et al., 1991 ; REDDY, 1993, et MAKLED et al., 2001**). Ils ont aussi noté l'absence d'effet significatif ($p>0,05$) sur le Gain Moyen Quotidien, lorsque des poussins ont été nourris avec un régime contenant du sorgho à forte teneur en tanins (**MUSHARAF et LATSHAW, 1991**).

II.2.1.2. Consommation et indice de consommation alimentaire

La consommation alimentaire des volailles n'est pas influencée par la nature de la céréale ; les tanins n'auraient donc aucun effet sur ce paramètre. Toutefois, l'efficacité alimentaire liée au sorgho semble avoir été déprimée par les tanins ce qui corrobore les travaux de **LUCBERT et CASTAING (1986) ; ATTIA (1998)**. **LUCBERT et de CASTAING (1986)**, quant à eux, ont prouvé que les sorghos pouvaient être utilisés dans le régime alimentaire des volailles sans qu'il n'y ait d'effets négatifs sur l'efficacité alimentaire.

II.2.1.3. Carcasse

Nous pouvons aussi penser que, les tanins pourraient être la cause du faible poids carcasse des oiseaux nourris au régime à base de sorgho par rapport à ceux nourris au maïs. La plus forte adiposité de la carcasse observée avec les régimes à base de maïs serait liée à la valeur énergétique de cette céréale.

En résumé, nos résultats et les publications antérieures laissent apparaître une très forte variabilité des performances zootechniques des oiseaux en relation avec la nature de la céréale. **NYACHOTI et al., (1997)** ont constaté cette variation pour une même concentration de la teneur en tanins dans deux lots différents. Il apparaît donc comme probable que d'autres composés endogènes interfèrent dans l'utilisation réelle des nutriments du sorgho. Cette hypothèse rejoint celles qui ont été faites à propos des résultats chez le porc (**MCNAB et al., 2002**) et qui feraient intervenir de nombreux autres polyphénols de faible masse moléculaire, entrant dans la constitution du sorgho. Une teneur en matière grasse supplémentaire de 1,5 à 2,5% permettrait d'améliorer la valeur nutritive

du sorgho conformément aux recommandations de **DOUGLAS et al. (1990a)**, avec comme conséquence, une augmentation de l'énergie métabolique du sorgho et de la performance des animaux, comparable à celle obtenue avec le maïs (**TRAVIS et al., 2005**).

II.2.2. EFFETS DE LA GRANULOMETRIE DE L'ALIMENT SUR LES PERFORMANCES DES POULETS DE CHAIR

II.2.2.1. Poids vifs

Les poids vifs moyens des poussins à 21 jours ont été affectés ($p < 0,05$) par la taille des particules dans notre expérience, ce qui démontre que la granulométrie des farines est étroitement liée à la croissance des poulets de chair de 1 à 21 jours (**RIBEIRO et al., 2004**). De même, **NIR (1997)** fait état d'une relation positive entre le poids vif et la taille des particules alimentaires. Mais, la taille des particules n'a point influencé ($p > 0,05$) les poids vifs moyens en faveur de l'un ou l'autre des 2 diamètres de broyage des céréales en phase de croissance-finition. Ces résultats corroborent les travaux de **CABRERA (1994)**, **YASAR (2003)** et **PIRON et al. (2007)** qui n'ont trouvé aucun effet de la taille des particules alimentaires sur les performances de croissance des poulets de chair. Ils sont, cependant contraires à ceux de **NIR et al. (1994)** et **KRABBE (2000)** qui ont démontré que les régimes finement moulus compromettent la digestibilité des nutriments à savoir l'énergie métabolisable et la rétention d'azote protéique pour la croissance des poulets de chair.

II.2.2.2. Consommation et indice de consommation alimentaire

La prise alimentaire a été supérieure avec les céréales broyées à 6 mm tout au long de l'expérience, ce qui est en accord avec les résultats rapportés par **PICARD et al., (1997)**. A 4 jours d'âge, les poussins sont capables de distinguer les différentes tailles des particules (**NIR, 1997**). La conséquence est une meilleure efficacité alimentaire qui a eu un effet bénéfique sur les poids carcasses des volailles en faveur des céréales grossièrement broyées.

II.2.2.3. Carcasse

Les auteurs s'accordent à dire que chez les oiseaux, la taille élevée des particules alimentaires modifie le transit digestif puisqu'elle induit une augmentation du poids des viscères; toutefois, force est de constater que la grossièreté des particules n'a pas eu d'effet ($p > 0,05$) sur le poids des viscères dans notre étude. Cela pourrait être dû au fait que, les poulets ont été nourris *Ad libitum* et le gésier a agi comme un organe de transit plutôt qu'un organe de broyage (CUMMING, 2004) pour réduire la taille des particules grossières (6 mm). Par contre, le poids relatif du foie est élevé ($p < 0,05$) avec les particules grossières. PIRON et al. (2007) ont eu aussi le même résultat, mais avec le blé grossièrement broyé.

II.2.3. EFFETS DE LA NATURE DES CEREALES CROISES AVEC LA TAILLE DES PARTICULES SUR LES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES

II.2.3.1. Poids vif

Le traitement à base de maïs broyé à 6 mm a donné le poids vif moyen le plus élevé ($p < 0,001$) à 21 jours d'âge et par conséquent le meilleur GMQ. RIBEIRO et al. (2002) ont observé que les oiseaux entre 21 et 42 jours présentaient de meilleures performances lorsqu'ils ont été soumis à régime à base de maïs broyé à 8,7 mm de diamètre, mais pour ce même intervalle, les résultats de notre expérimentation montrent qu'aucun des traitements n'a eu d'influence sur les poids vifs moyens des volailles. Il semblerait que pendant la phase croissance-finition (de 21 à 42 jours), l'appareil digestif du poulet de chair est suffisamment développé pour pouvoir mieux digérer les nutriments (BELABBAS, 2007) du maïs et du sorgho quelque soit le diamètre de broyage appliqué à chacune des céréales. Notons aussi les résultats contradictoires obtenus avec INTSORMIL (2007) où la ration à base de sorgho broyé à 4 mm a donné de meilleures résultats comparé aux rations à base de maïs et de sorgho tous les deux broyés à 6,3 mm.

II.2.3.2. Consommation et indice de consommation alimentaire

Nous notons une consommation supérieure ($p < 0,05$) du sorgho à 6 mm à 21 jours d'âge, ce qui est contraire aux observations de **PORTELLA et al. (1988)**. Il a observé que les jeunes oiseaux préfèrent de plus petites tailles particulières par rapport aux adultes qui eux, sélectionnent les particules de plus grande taille. On peut penser que cela confirme les observations de **NIR (1997)** qui faisaient remarquer que les poussins de chair pouvaient très tôt orienter leur préférence vers les miettes ayant de grandes quantités de grosses particules. Le diamètre de broyage pourrait directement expliquer ces résultats, un broyage grossier peut aussi présenter des inconvénients sur la digestibilité de certains constituants alimentaires, les plus sensibles étant, en général l'amidon et les lipides. Précisons que la baisse de digestibilité s'accompagne, dans un premier temps, d'une augmentation de consommation pour pallier au manque d'énergie assimilée par l'organisme (**DEHAYNIN, 2007**).

II.2.3.3. Carcasse

La nature des céréales combinées à la taille des particules, n'ont aucun effet significatif sur les poids carcasses, elle n'affecte pas non plus les autres caractéristiques de carcasse. Pourtant selon **RIBEIRO et al (2002)**, il existe une corrélation positive entre le poids des gésiers des poulets de chair à 42 jours d'âge et la taille des particules. Cette controverse, pourrait trouver une explication soit dans une différence de texture trop faible, soit dans le caractère déterminant d'une première réduction qui fragiliserait l'albumen (broyage par marteaux) ou encore dans le ramollissement rapide dans le milieu aqueux, des grains grossièrement broyés (6 mm) qui n'opposeraient pas de résistance à la force du broyage stomacal qui est supérieure à leur contact par rapport à celle des grains broyés plus finement (2 mm) (**PIRON et al., 2007**).

II.2.4. EFFETS DE LA NATURE DES CEREALES ET DE LA TAILLE DES PARTICULES SUR LA MORTALITE

L'apparition de l'ascite en début d'élevage serait favorisée par une croissance rapide avec, comme conséquence une viscosité sanguine plus élevée et des arythmies cardiaques corroborant ainsi **SANCHEZ et al., 2000**. Les difficultés respiratoires rencontrées en croissance-finition sont dues au stress thermique qui a été la cause des mortalités. Rappelons que, l'élevage s'est déroulé de septembre à octobre, en période de forte chaleur, avec une moyenne de 32°C mesurée. Ce stress thermique aurait été la cause du décès de 11 poulets le 35^e jour d'élevage c'est à dire pendant la finition, avec une température maximale de 34°C enregistrée dans le bâtiment d'élevage. En effet, lorsque le poulet est placé à la température ambiante de 29°C (ou dès 27°C si l'hygrométrie est élevée), l'hyperventilation pulmonaire s'installe. Il y a alors production de vapeur d'eau dans les poumons et donc consommation d'énergie. Quand l'hyperventilation augmente, le volume respiratoire diminue avant d'avoir atteint les poumons (**El BOUSHY, 1983**), l'hypoxie qui s'instaure aggrave l'augmentation du pH sanguin consécutive à l'hyperventilation. La mort du poulet intervient lorsque la température corporelle atteint 46°C, alors que la température corporelle normale est de 41°C.

CHAPITRE III : RECOMMANDATIONS

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

III.1. RECOMMANDATIONS 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.

Ils devront s'investir avec l'appui de l'Etat dans l'application des pratiques culturales et dans l'utilisation des intrants adaptés avec une meilleure maîtrise des techniques de conservation des céréales afin de maximiser les rendements.

III.2. RECOMMANDATIONS EN DIRECTION DES FABRIQUES D'ALIMENTS

Les provendiers devraient se lancer dans la production d'aliment à base de sorgho, qui possède une valeur nutritive similaire à celle du maïs et qui représente une alternative probable à la 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 du coût du maïs, d'où la nécessité d'expérimenter et de vulgariser de nouvelles formules alimentaires à base de ressources alimentaires locales. L'appui des provendiers aux agriculteurs s'avérera essentiel pour valoriser la production tant au niveau du conditionnement post-récolte que de la conservation en vue d'une utilisation dans les chaînes de production agro-industrielles notamment pour l'alimentation avicole.

Les industriels peuvent aussi contribuer à l'amélioration génétique du sorgho, grâce à leur appui dans les programmes de recherches scientifiques.

III.3. RECOMMANDATIONS EN DIRECTION DE L'ETAT

L'Etat devrait s'impliquer dans l'organisation de la filière avicole en proposant des formations aux éleveurs visant à renforcer leurs capacités et leurs connaissances en aviculture.

La valeur nutritive du sorgho peut être améliorée grâce à des programmes de culture et de manipulation génétique des caractéristiques physiques ou chimiques qui régissent la digestibilité (**SAMFORD et al., 1971**), compte tenu de la compétitivité aujourd'hui prouvée du sorgho hybride à potentiel énergétique supérieur à celui du maïs. Il semble clair que les efforts pour améliorer la teneur en matières grasses, cas de l'utilisation du KS115 germoplasme (testé avec succès par **TRAVIS et al., 2005**) ou un autre type de sorgho hybride, doit représenter une stratégie efficace pour améliorer la valeur nutritive du sorgho par l'Etat sénégalais.

D'autre part, l'Etat devrait lancer de grandes campagnes de promotion du sorgho et vulgariser la production en masse du sorgho, ceci pour favoriser une large utilisation en alimentation animale, en général, et aviaire en particulier comme le montre l'exemple des pays occidentaux.

CONCLUSION GENERALE

Le Sénégal est un pays dont l'agriculture et l'élevage constituent des axes de développement majeurs. De plus, il existe dans le pays une forte demande en protéines d'origine animale dont l'accessibilité aux populations dépend de leurs coûts. Pour satisfaire le ratio qualité/prix de ces denrées, un accent a été mis sur les élevages à cycle court, notamment l'élevage de poulet de chair. L'aviculture pour être rentable nécessite en plus d'une bonne technicité, une alimentation de qualité qui détermine les résultats obtenus en fin de bande. Notre étude a été initiée dans l'optique d'étudier les performances permises par des céréales disponibles sur le marché Sénégalais. Pour ce faire, deux céréales principalement utilisées en aviculture au Sénégal, le maïs et le sorgho ont été comparées sur la base des résultats obtenus en fin de bande par chacune d'elles après broyage à 2 mm et à 6 mm.

Notre étude a débuté avec 450 poussins chair d'un jour d'âge et de souche Cobb 500. Les sujets ont été élevés pendant 42 jours dans le même bâtiment afin de réduire les variations de performance pouvant être liées à l'environnement. Dès le premier jour, quatre lots de 100 poussins chacun ont été constitués, chaque lot a été subdivisé en 4 sous lots de 25 sujets chacun. Les animaux ont été nourris dès le démarrage à base de rations qui diffèrent en fonction de la nature et du niveau de broyage des céréales :

- Traitement 1 : ration à base de maïs broyé à 2 mm ;
- Traitement 2 : ration à base de sorgho broyé à 2 mm ;
- Traitement 3 : ration à base de maïs broyé à 6 mm ;
- Traitement 4 : ration à base de sorgho broyé à 6 mm.

Les animaux ont été nourris *ad libitum* pendant tout l'essai avec des aliments sous forme de farine. Au terme de cette étude nous avons obtenu les résultats suivants :

- Concernant les céréales : les poids vifs (PV) à 42 jours sont de $1960,14 \pm 90,53$ g et de $1838,59 \pm 85,18$ g, les gains moyens quotidiens (GMQ) sont de $45,60 \pm 2,15$ g/j et de $42,71 \pm 2,02$ g/j, les indices de consommations (IC) sont de $1,69 \pm 0,5$ et $1,88 \pm 1,24$ et les poids carcasses (PC) obtenus sont de $1444,29 \pm 192$ g et de $1382,02 \pm 180,51$ g, respectivement, pour le maïs et le sorgho. Pour ces différentes performances (PV, GMQ, IC et PC), les rations à base de maïs ont donné de meilleurs résultats ($p < 0,05$) par rapport aux rations à base de sorgho, mais la consommation moyenne individuelle des rations à base de maïs ($79,14 \pm 3,81$ g) par rapport aux rations à base de sorgho ($82,36 \pm 5,11$ g) par les oiseaux ne diffère pas significativement ($p > 0,05$).
- Concernant la taille des particules, les poids vifs, les GMQ et les indices de consommations obtenus ne présentent aucune différence significative ($p > 0,05$) ; par contre la consommation individuelle moyenne de $84,27 \pm 3,38$ g et de $77,23 \pm 2,83$ g ainsi que les poids carcasses de $1441,63 \pm 178,92$ g et de $1384,67 \pm 194$ g respectivement pour le broyage à 6 mm et à 2 mm, ont été peu élevés ($p < 0,05$) pour les céréales broyées à 6 mm que celles broyées à 2 mm.
- La nature des céréales associées à la taille des particules, les poids vifs, les GMQ, les indices de consommation et les poids carcasses n'ont eu aucun effet sur les différents traitements ($p > 0,05$). Mais une consommation élevée a été enregistrée chez les animaux soumis au traitement sorgho broyé à 6 mm.
- L'étude économique a révélé que la marge bénéficiaire a été la même avec les différents traitements soit 1230 F CFA et 1210 F

CFA pour le maïs à 2 mm et à 6 mm, 1190 F CFA et 1210 F CFA
pour le sorgho à 2 mm et à 6 mm

A la suite de ces résultats, nous éprouvons la nécessité de promouvoir davantage la culture du sorgho qui est une alternative au maïs. Dans le contexte Sénégalais, nos résultats montrent que ; le sorgho présente un intérêt économique et zootechnique réel en élevage avicole face au maïs local, mais mal exploité actuellement par l'industrie de l'alimentation animale en raison de volumes de production trop faibles et trop variables. Ils font également ressortir la nécessité de mettre les résultats à la portée des acteurs de la filière pour une amélioration de la compétitivité du sorgho.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABDOULAYE T., SANDERS J. et OUENDEBA B., 2006. Which grain for poultry feed in West Africa: sorghum or corn?: project marketing-processing.- USAID/West Africa.- Bulletin n°4

ALLEN T. et DAVIES R., 1988. Overview of modern aspects of particle size analysis. *Current Awareness in Particle Technol.*, **21**: 15.

ALLEN T., 1988. Granulométrie. *Tech. de l'Ingénieur*, (P 1040) : 26.

ANGULO-CHACON I., 1986. Ressources nutritionnelles locales dans un pays tropical. *Revue de l'alimentation animale*, (395): 41-48.

ANSELME B., 1987. L'aliment composé pour volaille du Sénégal : situation actuelle, contribution à son amélioration pour une meilleure valorisation des ressources nutritionnelles locales. Thèse: Med.Vet, "Toulouse; 87.

ARMANIOUS W., BRITON W.M. et FULLER H.L., 1973. Effect of methionine and choline on tannic acids and tannin toxicity in the laying hen. *Poultry Sci.*, **52**:2160 - 2168.

ATTIA, 1998. Evaluation of the Egyptian white sorghum grain (Giza-15) as a feedstuff for broiler chick rations. *Egypt. Poultry Sci. J.*, **18**: 311-336.

AUSTIC R.E., 1982. Feeding poultry in the tropics. (277-288) In: Animal Production in the Tropics. M.K. Yousef, ed.-New York : Praeger Publishers.- 468p.

AZEBAZE P.A., 2008. Essais de substitution du maïs par le sorgho et effets sur les performances zootechniques des poulets de chair. Thèse: Med.Vet, Dakar;°13

BELABBAS H., 2007. Dynamique de croissance des organes chez le poulet de chair. Mémoire de magister : Med.Vet: faculté des sciences-département vétérinaire de l'Université EL HADJ LAKHDAR BATNA, Alger.

BORNSTEIN S. et LIPSTEIN B., 1971. Comparisons of sorghum grain (Milo) and maize as the principal cereal grain source in poultry rations. 4. The relative content of available sulphur amino acids in milo and maize. *Brit. Poultry Sci.*, **12**:1-13.

CABRERA M.R., 1994. Effects of sorghum genotype and particle size on milling characteristics of finishing pigs, broiler chicks and laying hens. Med.Vet Thesis: Kansas University, Manhattan.

CARRE B., 2000. Effets de la taille des particules alimentaires sur les processus digestifs chez les oiseaux d'élevage. *INRA Prod. Anim*, **13** (2) : 131-136.

COLLIN A., 1996. Contrôle du broyage par contrôle granulométrique en ligne. (117-124) In : Procédés de Broyage, Récents Progrès en Génie des Procédés, **45**.

CONAN L., METAYER J P., LESSIRE M. et 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.

COON C., 1999. les besoins et le profil idéal en acides aminés pour les poulets de chair, les poules pondeuses et les reproductrices.- Manhattan: American soybean association.-46p.

CRAMER K. R., WILSON K. J., MORITZ J. S. et BEYERL R. S., 2003. Effect of sorghum-based diets subjected to various manufacturing procedures on broiler performance.- Manhattan: Poultry Science Association, Inc. Department of Animal Science and Industry, Kansas State University.

CREVIEU I., CARRE B., CHAGNEAU A.M., GUEGUEN J. et MELCION J.P., 1997. Effect of particle size of pea flours on the digestion of proteins in the digestive tract of broilers. *J. Sci. Food Agric.*, **75**, 217-226.

CUMMING R.B., 1994. Opportunities for whole grain feeding. Proceedings 9th European Poultry Conference. WPSA Vol II.-219p.

DAVID L., 1985. Alimentation animale. L'usine : conduite et entretien.-La Jarrie (France): L. David éd.-80 p.

DEHAYNIN, 2007. Utilisation du sorgho en alimentation animale. Thèse: Med.Vet, Lyon; 36.

DEVAUX M.F., Le DESCHAULT de MONREDON F., NOVALES B. et MELCION J.P., 2000. Caractérisation de la taille et de la forme des particules. In : JP. Melcion et JL Ilari (eds), Technologie des pulvérulents dans les industries agricoles et alimentaires.- Paris Tec & Doc.

DEVAUX M.F., ROBERT P., MELCION J.P. et Le DESCHAULT de MONREDON F., 1997. Particle size analysis of bulk powders using mathematical morphology. *Powder Technol.*, **90**:141-147.

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.

DOUGLAS J.H., SULLIVAN T.W., ABDUL-KDIR R. et RUPROW J.H., 1991. Influence of infrared (micronization) treatment on the nutritional value of corn and low-tannin and high-tannin sorghum. *Poultry Sci.*, **70**: 1534-1539.

DOUGLAS J.H., SULLIVAN T.W., BOND P.L., STRUWE F.J., BAIER J.G. et ROBESON L.G., 1990a. Nutrient composition and metabolizable energy values of selected grain sorghum varieties and yellow maize. *Poult. Sci.* **69** : 1147–1155.

DOWLING L. F., ARNDT C. et HAMAKER B. R., 2002. Economic Viability of High Digestibility Sorghum as Feed for Market Broilers. *Agronomy journal*, **94**.

DREHER M.L., Dreher C.J. et BERRY J.W. 1984. Starch digestibility of foods. A nutritional perspective. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr*, **20** : 47-71.

DYCE K.M., SACK W.O., et WENSING C.J.G., 1996. Text book of Veterinary anatomy.-2è ed.-Paris. - 856p.

EI BOUSHY A.R., 1983. Physiological effect of hot weather. *Poult. Intern.*, **6** : 14-20.

ELKIN R.G., FREED M.B., HAMAKER B.R., ZHANG Y. et PARSONS C.M., 1996. Condensed tannins are only partially responsible for variations in nutrient digestibilities of sorghum grain cultivars. *J. Agric. Food Chem*, **44**: 848-853.

FAO, 1993. Le maïs dans la nutrition Humaine.- Rome: F.A.O.- 190p.

FAO, 1990 Manuels sur le contrôle de la qualité des produits alimentaires vol 10. Training in mycotoxins analysis.- Rome: F.A.O.-148p.

FAVIER J.C., 1989. Valeur nutritive et comportement des céréales au cours de leurs transformations. (285-297) In: Céréales en régions chaudes.-Paris: Eds. John Libbey Eurotext.-353p

FERRANDO C., VERGARA P., JIMENEZ M. et GONALONS E., 1987. Study of the rate of passage of food with chromium-mordanted plant cells in chickens (*Gallus gallus*). *Quartely J. Exp. Physiol.*, **72**: 251-259.

FERRANDO, 1969. Alimentation du poulet de chair et de la poule pondeuse. - Paris:Vigot Frères.- 197p.

GRASHORN M., 1994. Investigation of the aetiology and pathology of sudden death syndrome in meat-type chickens. *Arch. Geflügelk.*, **58**: 243-244.

GUALTIERI M. et RAPACCINI S., 1990. Sorghum grain in poultry feeding. *World's Poultry Science*, **46**: 246-252.

GUILLAUME S., NOVALES B., DEVAUX M.F. et ABECASSIS J., 1996. Caractérisation de produits granulaires : l'apport de l'analyse d'image pour la mouture du blé. (81-86) In : Procédés de Broyage, Récents progrès en Génie des Procédés, **45**.

HANCOCK J.D., 2000. Value of sorghum and sorghum co-products in diets for livestock. In Smith W. and Fredericksen R.A. (ed.), sorghum origin, history, technology and productions. *Wiley Series Crop. Sci.*:731-751.

HOSENEY R.C., ANDREWS D.J. et CLARK H., 1987. Sorghum and pearl millet. Nutritional quality of cereal grains: genetic and agronomic improvement. In (397-456) R.A. Olsen & K.J. Frey, éd. Madison: American Society of Agronomy.- 456p.

I.S.A, 1985. Guide d'élevage du poulet de chair.-Lyon: ISA. - 20p.

IBRAHIM S., FISCHER C., ELALAILY H., SOLIMAN H. et ANWAR A., 1988. Improvement of the nutritional quality of Egyptian and Sudanese sorghum grain by the addition of phosphates. *Brit. Poultry Sci.* **29**: 721-728.

IDI A., 1997. Effets de la viscosité générée par les arabinoxylanes hydrosolubles du blé sur les digestions chez le poulet. Mémoire DEA: aspects moléculaires et cellulaires, option : Nutrition animale. Université d'Aix-Marseille III, Faculté des Sciences.

IEMVT, 1991. Aviculture en zone tropicale.-Paris : Ministère français de la coopération et du développement.-186p.- (Manuel et précis d'élevage).

In YOUSEF M.K, 1982. Animal production in the tropics.-Ed. Praeger special studies, New York: 276-287.

INRA, 1992. Alimentation des volailles : le poulet de chair.- 5è ed. - Versailles: Edition INRA.- 25p.

INRA., 1979. Alimentation des volailles : le poulet de chair.- 2ème ed. - Versailles.: Edition INRA.-19p.

INTSORMIL, 2007. Sorghum: a substitute for maize in the Nicaraguan poultry industry. Report No. 13.

ISSA S., HANCOCK J.D., TUINSTRA M.R., KAPRAN I. et KAKA S., 2007. Effects of sorghum variety on growth and carcass characteristics in broilers chicks reared in West Africa. *J. Poultry. Sci.* **86**: 69.

ITAVI, 1980. Alimentation rationnelle des poulets de chair et des pondeuses.- Paris : ITAVI.- 41p.

ITAVI, 2002. l'aviculture biologique communautaire face au règlement européen pour les productions animales biologiques : compétitivité et perspectives d'évolution, tome1 et 2. Paris : ITAVI.-62p.

JAMBUNATHAN R. et SUBRAMANIAN V., 1988. Grain quality and utilization of sorghum and pearl millet. (133-139) In: Biotechnology in tropical crop improvement. Proceedings of the International Biotechnology Workshop, Patancheru, Inde, 12-15 janvier 1987.

KEBE, 1989. Etude des protéines conventionnelles et non conventionnelles au Sénégal. Thèse: Med. Vet; 13.

KOLB, 1975. Physiologie des Animaux domestiques.- Paris : Ed. Vigot-Frères.- 974p.

KRABBE E.L., 2000. Efeito do peso ao nascer, de níveis e formas físicas de administração de sódio e diâmetro geométrico médio das particular sobre o desempenho de frangos de corte até 21 dias de idade. Tese de Doutorado: Universidade federal do Rio Grande do Sul.

LACASSAGNE L., MELCION J.P., de MONREDON F. et CARRE B., 1991. The nutritional values of faba bean flours varying in their mean particle size in young chickens. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **34**:11-19.

LARBIER M. et LECLERCQ B., 1991. Nutrition et alimentation des volailles.- Paris: INRA.- 355p.

- LARBIER M. et LECLERCQ B., 1992.** Nutrition et alimentation des volailles.- Paris: INRA.- 355p.
- LOUL S., 1998.** Alimentation discontinue ou séparée en céréales chez les poulets de chair en zone tropicale. Thèse: Med. Vet, Dakar ; 19.
- LUCBERT J. et CASTAING J., 1986.** Utilisation de sorghos différentes teneurs en tannin pour I, alimentation des poulets de chair. (472-476) In: Proceedings 7th European Poultry Conference 1.
- MAISONNIER S., GOMEZ J., CHAGNEAU A.M. et CARRE B., 1999.** Digestion et caractéristiques intestinales en fonction de la souche de poulets de chair. (181-184) In: 3èmes Journées de la Recherche Avicole, Saint-Malo.
- MAKLED M.N. et AFIFI O.S., 2001.** Sorghum plus methionine supplementation as substituent for yellow corn in broiler diets. *Egypt. Poultry. Sci. J.*, **21**: 381-397.
- MCNAB J.M., BOORMAN K.N., 2002.** Poultry Feedstuffs. Supply, Composition and Nutritive Value.- Wallingford: CABI Publishing.- 427 p.
- MELCION J.P. et RIOU Y., 1997.** Physical measurements applied to on line quality control in feed manufacturing. *Int. Agrophysics*, **11**: 237-243.
- MELCION J.P., 2000.** La granulométrie de l'aliment : principe, mesure et obtention. *INRA Prod. Anim.*, **13** (2): 81-97.
- MIRSALIMI S.M., JULIAN R.J. et SQUIRES E.J., 1993.** Effect of hypobaric hypoxia on slow- and fast-growing chickens fed diets with high and low proteins levels. *Avian Dis.*, **37**: 660-667.
- MITCHEL R.J., WALDROUP P.W., HILLARD C.M. et HAZEN K.R., 1972.** Effects of pelleting and particle size on utilization of roasted soybeans by broilers. *Poult. Sci.*, **51**: 506-510.

- MOUHAMADEIN 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.
- MUNT R.H.C., DINGLE J.G. et Sumpa M.G., 1995.** Growth, carcass composition and profitability of meat chickens given pellets, mash or free-choice diet. *Br. Poult. Sci.*, **36**: 277-284.
- MUSHARAF N.A. et LATSHAW J.D., 1991.** Effect of tannin extraction on the feeding value of grain sorghum in broiler starter diets. *Sudan J. Anim Prod.*, **4**: 53-64.
- National Research Council (NRC), 1994.** Nutrient Requirements of Poultry. National. -9th rev Washington D.C: Academy Press.-176p
- NICKEL R., SCHUMMER A., et SEIFERLE E. 1977.** Anatomy of the Domestic Birds. - Berlin: Parey QL: 13-37.
- NIR I., 1997.** Optimization of early growth in fast-growing broilers: nutrition and physiological aspects. *Jornada Internacional de Avicultura de Carne*; Madrid Espagne. **6**: 1-10.
- NIR I., SCHEFET G. et ARAONI Y., 1994.** Effect of particle size on performance. 1. *Corn. Poult. Sci.*, **73**: 45-49.
- NOVALES B., GUILLAUME S., DEVAUX M.F. et CHAURAND M., 1998.** Particle size characterization of in-flow milling products by video image analysis using global features. *J. Sci. Food Agric.*, **78**: 187-195.
- NYACHOTI C.M., ATKINSON J.L. et LEESON S. 1997.** Sorghum tannins: *A review World's Poultry Science Journal*, **53**: 1, 5-21.
- PARIGHI-BINI, 1986.** Bases de l'alimentation du bétail.-Pise : Université de Pise.-292p.

- PARTHASARATHY R., GURAVA R.K., BELUM V.S., GOWDA C.L.L., 2005.** N Linking Producers and Processors. - Sorghum for Poultry Feed: A Case Study from India. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT).-12p.
- PETERSON V. E., 1969.** A comparison of the feeding value for broilers of corn, grain sorghum, barley, wheat and oats, and the influence of the various grains on the composition and taste of broiler meat. *Poultry. Sci.*, **48**: 2006-2013.
- PICARD M., GIBOULOT B. et MELCION J.P., 1997.** Miettes ou éclats de graines d'aspects semblables sont identifiés par le jeune poulet. *Journées de la Recherche Avicole*, **2**: 197-200.
- PICARD M., MELCION J.P., BOUCHOT C. et FAURE J.M., 1997.** Picorage et préhensibilité des particules alimentaires chez les volailles *INRA Prod. Anim.*, **10**(5): 403-414.
- PICARD M., SAUVEUR B., FERRANDJI F., ANGULO I. et MONGIN P., 1993.** Ajustement technico-économique possible de l'alimentation des volailles dans les pays chauds. *INRA, Prod. Anim.* **6** (2): 87-103.
- PIRON F., PHILIPPART de FOY M., THEWIS A. et BECKERS Y., 2007.** Comparaison de quatre modalités de présentation du blé chez le poulet de chair. (243-247) In: Septièmes Journées de la Recherche Avicole, Tours, 28 et 29 mars 2007.
- 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.
- PORTELLA F. J., CASTON L. J. et LEESON S., 1988.** Apparent feed particle size preference by broilers. *Can. J. Anim. Sci.* **68**:923–930.

- PREM H. et PIAT M.A., 1977.** Techniques de broyage et de sélection. Documentation Alpine. *Informations Chimie* (172).
- REDDY C.V., 1993.** Sorghum grain in feeding. *Poultry Intern.* **32**:47-48.
- RIBEIRO A.M.L., KRABBE E.L., PENZ Jr.A.M., RENZ S.V. et GOMEZ H.A., 2004.** Effect of chick weight, geometric mean diameter and sodium level in prestarter diets (1 to 7 days) on broiler performance up to 21 days of Age. *Brazilian Journal of Poultry Science*, **6** (4): 225 – 230.
- RIBEIRO A.M.L., MAGRO N. et PENZ Jr A.M., 2002.** Granulometria do milho em rações de crescimento de frangos de corte e seu efeito no desempenho e metabolismo. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, **4**(1):47-54.
- ROSTANGO H.S., 1973.** Nutritive evaluation of sorghum grains in chicks. PhD thesis: Purdue University, West Lafayette, Indiana, USA.
- ROUSELLE V. et RUDEAUX F., 1994.** Moins de passages de chariots : une alimentation plus équilibrée. *L'Aviculteur*, (556): 65-67.
- SAMFORD R.A., RIGGS J.K., ROONEY L.W., POTTER G.D. et COON J. 1971.** Digestibility of sorghum endosperm type in the rumen. *Texas Agric. Exp. Stn. Progress. Report* N° 2964.
- SANCHEZ A., PLOUZEAU M., RAULT P. et PICARD M., 2000.** Croissance musculaire et fonction cardiorespiratoire chez le poulet de chair *INRA Prod. Anim.*, **13** (1): 37-45.
- SAUVANT D., PEREZ J.-M. et TRAN G., 2002.** Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage.- Paris: INRA Editions.-301 p.
- SCHWARZ H.J., PETER V. et MAZANOWSKI A., 1987.** Internationales Handbuch der Tierproduktion.- Berlin: D.L.V.- 600p.

SCOTT M. L., NESHEIM M. C. et YOUNG R. J., 1976. Nutrition of chicken.- Itace; New York: M.L Scott and associates Publishers.- 555p.

SHEN H., SUMMERS J.D. et LEESON S., 1983. The influence of steam pelleting and grinding on the nutritive value of canola rapeseed for poultry. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **8**: 303-311.

SMITH A.J., 1992. L'élevage de la volaille.- Wageningen: CTA; Paris: Maisonneuve et Larose.-2v.- 347p.- (Le Technicien d'Agriculture Tropicale).

SMITH A.J., 1997. L'élevage de la volaille. Les techniciens d'agriculture tropicale, Vol.1 et 2.-368p

SVIHUS B., JUVIK E., HETLAND H. et KROGDAHL A., 2004a. Causes for improvement in nutritive value of broiler chicken diets with whole wheat instead of ground wheat. *Br. Poult. Sci.*, **45**:55-60.

TRAVIS D.K., HANCOCK J.D. et TUINSTRA M.R., 2006. Variation in nutritional value of sorghum hybrids with contrasting seed weight characteristics and comparisons with maize in broiler chicks. *Crop. Sci.*, **46**: 695-699.

TRAVIS D., KRIEGSHAUSER, MITCHELL R., TUINSTRA et HANCOCK J.D., 2005. Variation in nutritional value of sorghum hybrids with contrasting seed weight characteristics and comparisons with maize in broiler chicks. *Kansas Agric. Exp. Stn. Report No 05-103-J*

TREVINO J., ORTIZ L., CENTENO C., 1992. Effect of tannin from faba beans (*Vicia faba*) on the digestion of starch by growing chicks. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **37**:345–349.

UNI Z., NOY Y., SKLAN D., 1995b. osthatch changes in morphology of the small intestine in heavy and light-strain chicks. *Poult. Sci.*, **74**: 1622-1629.

UZU G., 1989. Some aspect of feeding laying hens in hot climate. (245-256) In: Poultry science developpements.- Le Caire: Ed. M.LARBIER: p.

VAN.EEKEREN N., MAAS A., SAATKAMP H.W. et VERSCHUUR M., 2006. l'élevage des poules à petite échelle.- Wageningen: fondation Agromisa et CTA.-97p.

VANDER-BURGT, 1992. Air classification of grain legumes. Mémoire fin d'étude: Ecole d'Agriculture du KNBTB (Pays-bas).

VIAS FRANCK S G., 1995. Contribution à l'étude compare de la valeur nutritive du maïs (*zea mays*) et des sorghos (*sorghum vulgare*) dans la ration des poulets de chair en zone tropicale sèche. Thèse : med. Vet: Dakar ; 7.

Volailles de Tunisie, 2005. Revue scientifique, technique et économique du secteur avicole en Tunisie, (34) : 2-3.

YASAR S., 2003. Performance, gut size and ileal digesta viscosity of broiler chickens fed with whole wheat added diet and the diets with different wheat particle sizes. *International Journal of Poultry Science*, **2** (1): 75-82.

WEBOGRAPHIE

ARVALIS, 2006. Qualité du sorgho grain français pour l'alimentation animale. [en ligne] accès internet: <http://www.arvalisinstitutduvegetal.fr.htm> (Consulté le 12 janvier 2009).

FAO 2003. FAOSTAT [en ligne] accès internet: http://www.fao.org/index_fr.htm. (Consulté le 24 janvier 2009).

ANNEXE II
FICHE DE PESEE DES OISEAUX DE L'ESSAI

Date de démarrage de l'essai

Traitement :

Numéro lot :

Date d'éclosion :

Souche :

Animaux	Poids à J1	Poids à J21	Poids à J 42
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
Total			
Moyenne			

SERMENT DES VETERINAIRES DIPLOMES DE DAKAR

« Fidèlement attaché aux directives de **Claude BOURGELAT**, fondateur de l'enseignement vétérinaire dans le monde, je promets et je jure devant mes maîtres et mes aînés :

- ❖ d'avoir en tous moments et en tous lieux le souci de la dignité et de l'honneur de la profession vétérinaire ;
- ❖ d'observer en toutes circonstances les principes de correction et de droiture fixés par le code de déontologie de mon pays ;
- ❖ de prouver par ma conduite, ma conviction, que la fortune consiste moins dans le bien que l'on a, que dans celui que l'on peut faire ;
- ❖ de ne point mettre à trop haut prix le savoir que je dois à la générosité de ma patrie et à la sollicitude de tous ceux qui m'ont permis de réaliser ma vocation.

Que toute confiance me soit retirée s'il advient que je me parjure. »

EFFETS DE LA NATURE DES CEREALES ET DE LA TAILLE PARTICULAIRE SUR LES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES DES POULETS DE CHAIR

RESUME

Le maïs est la principale céréale utilisée dans l'alimentation aviaire en Afrique de l'Ouest, mais la rareté et la cherté de celui-ci donne des soucis aux producteurs Sénégalais. Ceux-ci se tournent davantage vers les céréales alternatives, ainsi le sorgho devient de plus en plus une céréale de substitution en nutrition animale. Malheureusement, il est dévalorisé par sa teneur en tanins.

L'essai réalisé du 11 septembre 2008 au 23 octobre 2008 dans un poulailler dans l'enceinte de l'école avait pour but de comparer la valeur nutritive du maïs et du sorgho lorsque broyé chacun aux diamètres 2 mm et 6 mm sur les performances des poulets de chair. Cet essai a porté sur 450 poulets de souche Cobb 500 non sexés, repartis dès le 1^{er} jour d'âge en 4 lots, constituant les 4 rations expérimentales, subdivisées chacune en aliment démarrage et en aliment croissance-finition. Les rations à base de maïs ont été constituées de 57,34% (démarrage) et de 60,79% (croissance-finition) de maïs avec deux niveaux de broyage de cette céréale (2 mm et 6 mm). Dans les autres rations, le maïs a été substitué poids pour poids, par le sorgho broyé à 2 mm et à 6 mm. Ainsi, le lot 1 composé de poulets de chair soumis à la ration à base de maïs broyé à 2 mm ; le lot 2 : à la ration à base de sorgho broyé à 2 mm ; le lot 3 : ration à base de maïs broyé à 6 mm et le lot 4 : ration à base de sorgho broyé à 6mm.

Les résultats montrent que

- Les poids vifs respectifs à 42 jours ont été de $1987,78 \pm 63,93$ g pour le maïs à 6 mm, $1932,5 \pm 114$ g pour le maïs à 2 mm, $1878,9 \pm 62,46$ g pour le sorgho à 6 mm et $1838,28 \pm 109,2$ g pour le sorgho à 2 mm.
- Le Gain Moyen Quotidien (GMQ) global et l'indice de consommation alimentaire des différents lots sont non significatifs ($p > 0,05$), mais la consommation alimentaire des oiseaux soumis au régime à base de sorgho broyé à 6 mm a été supérieure ($p < 0,01$) par rapport aux autres lots.
- Les poids carcasse obtenus sont de $1429,25 \pm 195$ g ; de $1340,10 \pm 185$ g ; de $1459,33 \pm 189$ g et de $1423,93 \pm 163$ g respectivement pour le lot 1, lot 2, lot 3 et lot 4.

Notre étude économique a révélé que la marge bénéficiaire a été la même avec les différents traitements soit 1230 F CFA et 1210 F CFA pour les maïs à 2 mm et à 6 mm, 1190 F CFA et 1210 F CFA pour les sorgho à 2 mm et à 6 mm. Le sorgho présente donc un intérêt zootechnique réel en élevage avicole face au maïs.

Mots clés : poulet de chair-granulométrie-alimentation volaille-

Adresse de l'auteur : ninellena@yahoo.fr

Tel (00221) 77 575 53 64/(00237)99 93 38 33/(00237)96102870

BP 5077 Dakar (Sénégal)/ BP : 00930 Yaoundé (Cameroun)