

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR



**ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE
VETERINAIRES (E.I.S.M.V.)**

ANNEE : 2012



N° 11

**EFFETS DU SORGHO GRAIN ENTIER ET BROYE EN
ALIMENTATION SEQUENTIELLE ET MELANGEE CHEZ LE
POULET DE CHAIR AU SENEGAL**

THESE

Présentée et soutenue publiquement le 21 Juin 2012 à 16 heures devant la
faculté de Médecine, de pharmacie et d'Odonto-Stomatologie de Dakar

Pour obtenir le Grade de

DOCTEUR EN MEDECINE VETERINAIRE (DIPLOME D'ETAT)

Par

KOCOUN Kouamé Yves

Né le 20 Août 1979 à Didievi (Côte d'Ivoire)

Jury

Président :

M. Moussa Fafa CISSE

Professeur à la faculté de Médecine, de
Pharmacie et d'odonto-stomatologie

Directeur de Thèse :

M. Ayao MISSOHOU

Professeur à l'EISMV de Dakar

Rapporteur de Thèse :

M. Serge Niangoran BAKOU

Maître de conférences agrégé à l'EISMV de Dakar

Membres :

M. Moussa ASSANE

Professeur à l'EISMV de Dakar



**ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES
ET MEDECINE VETERINAIRES DE DAKAR**

BP 5077 – DAKAR (Sénégal)
Tél. (221) 33 865 10 08 – Télécopie (221) 825 42 83

COMITE DE DIRECTION

LE DIRECTEUR GENERAL

- Professeur Louis Joseph PANGUI

LES COORDONNATEURS

- Professeur Germain Jérôme SAWADOGO
Coordonnateur des Stages et de la Formation
Post - Universitaire
- Professeur Moussa ASSANE
Coordonnateur des Etudes
- Professeur Yalacé Y. KABORET
Coordonnateur à la Coopération
Internationale
- Professeur Serge N. BAKOU
Coordonnateur Recherche/Développement

Année Universitaire 2011-2012

PERSONNEL ENSEIGNANT

☞ **PERSONNEL ENSEIGNANT EISMV**

☞ **PERSONNEL VACATAIRE (PREVU)**

☞ **PERSONNEL ENSEIGNANT CPEV**

A. DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET PRODUCTIONS ANIMALES

CHEF DE DEPARTEMENT : Ayao MISSOHOU, Professeur

S E R V I C E S

1. ANATOMIE-HISTOLOGIE-EMBRYOLOGIE

Serge Niangoran BAKOU	Maître de conférences agrégé
Gualbert Simon NTEME ELLA	Assistant
M. Jean Narcisse KOUAKOU	Moniteur
M. Mahamadou CHAIBOU	Moniteur

2. CHIRURGIE -REPRODUCTION

Papa El Hassane DIOP	Professeur
Alain Richi KAMGA WALADJO	Maître - Assistant
M. Abdoulaye DIEYE	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mlle Rosine MANISHIMWE	Monitrice

3. ECONOMIE RURALE ET GESTION

Cheikh LY	Professeur
M. Walter OSSEBI	Docteur Vétérinaire Vacataire

4. PHYSIOLOGIE-PHARMACODYNAMIE-THERAPEUTIQUE

Moussa ASSANE	Professeur
Rock Allister LAPO	Maître - Assistant
M. Kader ISSOUFOU	Moniteur

5. PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES

Germain Jérôme SAWADOGO	Professeur
Adama SOW	Assistant
Mr Kalandi MIGUIRI	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mlle Clarisse UMUTONI	Monitrice

6. ZOOTECHNIE-ALIMENTATION

Ayao MISSOHOU	Professeur
Simplice B. AYSSIWEDE	Assistant
M. Célestin MUNYANEZA	Moniteur
M. Fidèle ATAKOUN	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)

Serigne Khalifa Babacar SYLLA	Maître - Assistant
Bellancille MUSABYEMARIYA	Assistante
M. Luc LOUBAMBA	Docteur Vétérinaire Vacataire
M. Than Privat DOUA	Moniteur

2. MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE-PATHOLOGIE INFECTIEUSE

Mme Rianatou ALAMBEDJI	Professeur
Philippe KONE	Maître - Assistant
M. Passoret VOUNBA	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mlle Fausta DUTUZE	Monitrice

3. PARASITOLOGIE-MALADIES PARASITAIRES-ZOOLOGIE APPLIQUEE

Louis Joseph PANGUI	Professeur
Oubri Bassa GBATI	Maître - Assistant
M. Mamadou SYLLA	Moniteur
M. Steve NSOUARI	Moniteur

4. PATHOLOGIE MEDICALE - ANATOMIE PATHOLOGIQUE - CLINIQUE AMBULANTE

Yalacé Yamba KABORET	Professeur
Yaghouba KANE	Maître de conférences agrégé
Mireille KADJA WONOU	Maître - Assistante
M. Richard MISSOKO MABEKI	Docteur Vétérinaire Vacataire
M. Mor Bigué DIOUF	Moniteur
Omar FALL	Docteur Vétérinaire Vacataire
Alpha SOW	Docteur Vétérinaire Vacataire
Abdoulaye SOW	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mr Ibrahima WADE	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mr Charles Benoît DIENG	Docteur Vétérinaire Vacataire

5. PHARMACIE-TOXICOLOGIE

Assiongbon TEKO AGBO

Chargé de recherche

Gilbert Komlan AKODA

Maître - Assistant

Abdou Moumouni ASSOUMY

Assistant

M. Richard HABIMANA

Moniteur

C. DEPARTEMENT COMMUNICATION

CHEF DE DEPARTEMENT : Professeur YALACE YAMBA KABORET

SERVICES

1. BIBLIOTHEQUE

Mme Mariam DIOUF

Vacataire

2. SERVICE AUDIO-VISUEL

Bouré SARR

Technicien

3. OBSERVATOIRE DES METIERS DE LELEVAGE (O.M.E.)

D. SCOLARITE

M. Théophraste LAFIA

Chef de la Scolarité

Mlle Aminata DIAGNE

Assistante

PERSONNEL VACATAIRE (Prévu)

1. BIOPHYSIQUE

Boucar NDONG

Assistant

Faculté de Médecine et de Pharmacie
UCAD

2. BOTANIQUE

Dr Kandioura NOBA

Dr César BASSENE

Maître de Conférences (**Cours**)

Assistant (**TP**)

Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

3. AGRO-PEDOLOGIE

Fary DIOME

Maître-Assistant

Institut de Science et de la Terre (I.S.T.)

4. ZOOTECHNIE

Abdoulaye DIENG

Maître de conférences agrégé

ENSA-THIES

Alpha SOW

Docteur Vétérinaire Vacataire

PASTAGRI

El Hadji Mamadou DIOUF

Docteur Vétérinaire Vacataire

SEDIMA

5. HIDA O A

Malang SEYDI

Professeur

EISMV – DAKAR

6. PHARMACIE- TOXICOLOGIE

Amadou DIOUF

Professeur

Faculté de Médecine et de Pharmacie
UCAD

PERSONNEL ENSEIGNANT CPEV

1. MATHÉMATIQUES

Abdoulaye MBAYE

Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

2. PHYSIQUE

Amadou DIAO

Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

⌘ Travaux pratiques

Oumar NIASS

Maître - Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

3. CHIMIE ORGANIQUE

Aboubacary SENE

Maître - Assistant
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

⌘ Travaux pratiques de CHIMIE

Assiongbon TECKO AGBO

Assistant
EISMV – DAKAR

⌘ Travaux dirigés de CHIMIE

Momar NDIAYE

Maître - Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

5. BIOLOGIE VÉGÉTALE

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

Malick FALL

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 (Travaux Pratiques)

Serge Niangoran BAKOU

Maître de conférences agrégé
EISMV - DAKAR

Oubri Bassa GBATI

Maître - 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

DEDICACES

Je dédie ce travail :

- ❖ A l'**ETERNEL** des armées, le **DIEU** tout puissant. Jamais je n'aurai de mots pour te témoigner ma profonde reconnaissance pour cette grâce si immense que tu m'accorde à travers ce succès et pour l'accomplissement de tes desseins dans ma vie, toi en qui il n'ya point de hasard. Merci pour tout **SEIGNEUR**.
- ❖ A mon père **KOCOUN Konan**. Tes efforts pour faire de moi un homme accompli sont aujourd'hui récompensés. Jamais je n'oublierai tout le sacrifice que tu as consentis pour moi. Ma plus grande motivation était de te permettre d'avoir de quoi dire toutes fois que tu te trouverais devant tes amis et qu'ils se mettront à faire les éloges de leurs enfants. Aujourd'hui c'est avec fierté que je t'offre cette opportunité de le faire. Puisse te permettre d'avoir en tout temps des fruits sur cet arbre que tu as planté et qui bientôt produira. Que Dieu t'accorde une longue vie.
- ❖ A ma mère **N'DRI Aya Jacqueline**. Tu n'as jamais cessé de m'appeler commis (cadre). Aujourd'hui Dieu le Tout puissant t'offre ce dont tu as toujours rêvé. Tes prières et ton amour ont été pour moi comme une machette me frayant un chemin dans ce monde si difficile, où l'on trouve rarement des personnes aussi spéciales que toi pour sa réussite dans tout ce que l'on entreprend. Je t'aime et mon désir le plus grand a toujours été de t'honorer. Que Dieu t'accorde une longue vie, car j'ai encore besoin de toi.
- ❖ A mes mamans **MARIE** et **AFFOUE**, vous avez toujours su prendre soin de moi. Ce travail est le vôtre.

- ❖ A mes frères et sœurs **Firmin, Marie Josée, Viviane, Nina, Maxime** et à mes neveux et nièces, trouvez dans ce travail que vous m'aviez aidé à accomplir un sentiment de fierté. Puisse Dieu vous bénir à l'infini.
- ❖ A ma bien aimée **KOUASSI Armande Vanessa**. Tu as su en si peu de temps m'apporter le soutien et tout l'amour auxquels j'aspirais depuis tant d'années. Merci pour tout, je t'aime. Puisse Dieu bénir notre relation de toutes sortes de bénédictions.
- ❖ A tonton **THOMAS**. Tu as joué un rôle capital dans ma venue ici au Sénégal. Veille trouver dans ce travail un sentiment de fierté pour ta contribution. Merci infiniment. Que Dieu se souvienne de ton appui.
- ❖ A mes frères et sœurs **KOCOUN** ce travail est le vôtre.
- ❖ A Mr, Mme et enfants **SYLLA**, jamais je n'aurai de mots pour vous témoigner ma profonde reconnaissance. Vous avez toujours été là où il le fallait pour m'apporter votre soutien. Que Dieu le Tout puissant qui sait récompenser le bienfait se souvienne de vous. Je vous aime.
- ❖ A tous **Oncles, Tantes, Cousins et Cousines**, vous avez toujours cru en moi. Aujourd'hui votre confiance se trouve récompensée. Soyez en fiers. Que Dieu vous bénisse.
- ❖ A mes pasteurs **BIRAMA Félix, KOUAME Albert, TRAORE Jean, BISSECK Joël**. Vous m'avez permis par vos conseils et vos enseignements de mieux connaître Dieu et de développer une intimité avec lui. Je prie qu'il bénisse sans cesse vos ministères.
- ❖ Aux **conseils** et à tous les **frères et sœurs** des églises **Béthel de Dieupeul 3** et **CMA de Treichville**. Vous êtes pour moi une source de bénédiction. Que Dieu vous bénisse à l'infini.
- ❖ A mes frères et sœurs en Christ : **Valery, Léa et Frederic KOUASSI, Vanessa, Natacha, Alya Jokebed, Raphael, Henoc, Anderson, Koné, François, Rosemonde, Armand, Anne Ginette, Stéphane Guy** et tous

les autres. Merci pour votre amitié et votre soutien, que Dieu se souvienne de vous dans toutes vos entreprises.

- ❖ A Mr et Mme **DIARRA**, tonton **ADAMA** et **DIARA Boubaccar**, comme un coach vous avez toujours su m'encourager. Ce travail est le vôtre.
- ❖ A maman **AHOU** et à maman **Aïssata**, vous n'aviez jamais cessé de me porter dans votre cœur. Ce succès est le vôtre.
- ❖ A Mr, Mme et enfants **KOUAME**, merci pour tout. Dieu saura vous récompensez.
- ❖ Aux familles **KOUAKOU**, **KOUASSI**, **TIVOLY**, **VEHI**, **AGOH** et à **Félix** vous avez été pour moi des parents ici à Dakar. Vos conseils et soutiens n'ont pas été de trop. Que Dieu vous bénisse.
- ❖ A toute la famille **AMAR**, merci pour votre marque d'affection. Que vous bénisse dans toutes vos entreprises.
- ❖ A **Louise SARR**, tu as été comme une grande sœur durant tout ce temps. Jamais je n'oublierai ta gentillesse. Puisse Dieu te bénir à l'infini.
- ❖ A Mr **SENE** du service d'anatomie, jamais je n'oublierai vos conseils. Dieu vous bénisse.
- ❖ A mes compatriotes de même promotion : **DOUA Privat**, **AKAFFOU Nicaise**, **KABORET Salif**, **NZI Kablan**, **KOUAKOU Narcisse** et **TOURE Mamadou**, merci pour votre soutien de tous les jours. Puisse Dieu vous aider à boucler également en beauté cette rude formation.
- ❖ A **Donald KOUAME**, tu es comme un frère pour moi. Je te porte dans mon cœur et jamais je n'oublierai ton soutien. Que Dieu t'élève aux Nations Unis afin que tu occupe des postes plus grands.
- ❖ A tous mes amis de l'Université d'Abobo-Adjamé et de l'URES de Daloa: **KOUATO Fulgence**, **BEHIRI Innocent**, **AKOUA Michéle**, **TIEOUA**, **DAN Zao Yves**, **DIAWARA Lamine**, **KASSI serge**, **Bédel**, **EHOUMAN Serge**, **Aubin**, **KOUAKOU Jean Claude** etc.

- ❖ A toute la Communauté des Etudiants Vétérinaires Ivoiriens au Sénégal (**CEVIS**), merci pour tout.
- ❖ A l'Amical des Etudiants Vétérinaires (**AEVD**)
- ❖ Au **GBU du véto**, Merci pour vos prières. Courage dans la marche et que Dieu se souvienne de chacun de vous.
- ❖ A la **39^{ème} promotion de l'EISMV**, effectivement un jour nouveau se lève pour nous. Puisse Dieu permettre que ce jour soit des plus radieux et prospères pour nous tous. Je vous aime. Que Dieu bénisse chacun de vous.
- ❖ A la **Côte d'Ivoire**, ma patrie. Que Dieu te sorte de cette situation difficile et te permette d'être encore plus grande dans le concert des Nations.
- ❖ Au **Sénégal**, grâce à toi j'ai pu faire d'autres expériences de la vie. Merci pour ton hospitalité.

REMERCIEMENTS

Toutes mes sincères reconnaissances à tous ceux qui m'ont permis de réaliser ce travail.

- ❖ A l'**ETERNEL** des armées, le **DIEU** tout puissant
- ❖ A mon maître, le professeur **Ayao MISSOHOU**. Merci d'avoir cru en moi, en me confiant ce travail, et m'ayant permis de le réaliser. Dieu vous bénisse.
- ❖ Au docteur **Simplice B. AYSSIWEDE**
- ❖ Aux professeurs : Serge **BAKOU**, **Moussa ASSANE**, **Rianatou ALAMBEDJI**, **SAWADOGO**, **KABORET**, **KANE** et nos illustres **maîtres** de l'**EISMV**, pour la qualité de vos enseignements
- ❖ Aux docteurs : **KONE Philippe**, **KALO Vessaly**, **ASSOUMY**, **SALAMI**, **AGRE Bernard**, **NDRI Marcèle**, **BOKA**, **Diarrassouba Abdoul**, **ABE**, **YOUGONE**, **Tra Bi**, **YOBOUE Noel**, **SOFFO**, **ADJE**, **SORO**, **ZIE**, **SENIN**, **DEASSARTH**, **KALO**, **Bamba KALO**, **YAPO** etc.
- ❖ A mes amis de classe : **Rosine**, **Fatima**, **Maï**, **Boubaccar Soumana**, **Clarisse**, **Richard**, **Paré**, **Amina**, **Jean de Dieu**, **Nabil**, **Kalifa**, **Paton SIE** et à toutes les communautés de l'**EISMV** de Dakar.
- ❖ A tous mes amis de Treichville.
- ❖ A mes amis du master Production Animale et Développement Durable (**PADD**).
- ❖ A l'Amical des Elèves, Etudiants, et Stagiaires Ivoiriens au Sénégal (**AMEESIS**).
- ❖ A tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce travail et l'Homme que je suis aujourd'hui.

A NOS MAITRES ET JUGES

Monsieur Moussa Fafa CISSE

Professeur à la faculté de Médecine, de pharmacie et d'odonto-stomatologie de Dakar.

Vous nous faites un insigne honneur en acceptant avec spontanéité de présider ce jury de thèse malgré vos multiples occupations. Trouvez ici l'expression de nos sincères remerciements et de notre profonde gratitude.

A notre Maître et Rapporteur de thèse,

Monsieur Serge Niangoran BAKOU

Maître de conférences agrégé à l'EISMV de Dakar

Nous avons été profondément touché, par la spontanéité avec laquelle vous avez accepté notre sollicitation pour rapporter ce travail. Vos qualités humaines, intellectuelles et pédagogiques nous fascinent. Votre dynamisme, votre abord facile et votre courtoisie font de vous un modèle pour nous autres, jeunes vétérinaires. Sincères remerciements et profonde reconnaissance.

A notre Maître et juge, Monsieur Moussa ASSANE

Professeur à l'EISMV de Dakar

Délaissant vos multiples obligations, vous avez accepté de juger ce travail. Votre dynamisme, vos qualités intellectuelles et surtout humaines imposent respect et admiration. Profonde gratitude et sincères reconnaissances.

A notre Maître et Directeur de thèse, Monsieur Ayao MISSOHOU

Professeur à l'EISMV de Dakar.

C'est un honneur pour nous de travailler sous votre direction. Nous n'aurions pu rêver mieux comme ultime formation à l'EISMV que de vous avoir comme Maître et Directeur de thèse. Votre savoir est incontestable, votre savoir faire a largement dépassé les limites de l'Ecole Vétérinaire, et même du Sénégal. Veuillez trouver ici l'expression de notre profond respect et de notre profonde gratitude.

Au Docteur Simplicie AYSSIWEDE

Maître assistant à l'EISMV de Dakar

Vous n'avez ménagé aucun effort pour voir aboutir ce travail. Votre sens de la rigueur et vos qualités d'homme de science suscite respect et admiration. Profonde gratitude et sincères reconnaissances

«Par délibération de la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontostomatologie et de 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 qui elles n'entendent donner aucune approbation ni improbation»

LISTE DES ABREVIATIONS

- AATP** : Association des Aviculteurs de Touba Peykouk
- AFPA** : Association des Femmes Productrices de l'Aviculture
- ASCOPA** : Association des Commerçants de Produits Avicoles
- AASL** : Association des Aviculteurs de Saint-Louis
- AVIDAK** : Association des Avicultrices de Dakar
- AVI-PROD** : Aviculture-Production-Distribution
- AVISEN** : Aviculture du Sénégal
- °C** : degré Celsius
- CAG** : Consommation Alimentaire Globale
- CAM** : Complexe Avicole de Mbao
- CAMAF** : Compagnie Africaine de Maraîchage et d'Arboriculture Fruitière
- CB** : Cellulose Brute
- CMA/AOC** : Conférence des Ministères de l'Agriculture de l'Afrique de l'Ouest et du Centre
- CMV** : Complexe Minéraux et Vitaminés
- CNA** : Centre National d'Aviculture
- COTAVI** : Collectif des Techniciens de l'Aviculture
- CUD** : Coefficient d'Utilisation Digestif
- DIREL** : Direction d'Elevage
- EISMV** : Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires
- EM** : Energie Métabolisable

ENA	: Energie Nette Apparente
FAFA	: Fédération nationale des Acteurs de la Filière Avicole
FAO	: Fond des Nation Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FAPPO	: Ferme Agro-Pastorale de Pout
FCFA	: Franc de la Communauté Financière Africaine
GMQ	: Gain Moyen Quotidien
IC	: Indice de Consommation
IEMVT	: Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux
IM	: Intramusculaire
INRA	: Institut National de Recherches Agronomiques
ISA	: Institut de Sélection Animale
ITAVI	: Institut Technique de l'Aviculture
J	: Jour
Kcal	: Kilocalorie
Kg	: Kilogramme
Lys	: Lysine
MAT	: Matière Azotée Totale
MAB	: Marge Brute Alimentaire
MDA	: Maison Des Aviculteurs
Met	: Méthionine
MG	: Matière Grasse
MNS	: Marge Nette Supplémentaire
MS	: Matière Sèche
NMA	: Nouvelle Minoterie Africaine

OAC	: Œuf à Couver
ONIGC	: Office National Interprofessionnel des Grandes Cultures
PC	: Poids carcasse
PIB	: Produit Intérieur Brut
PPm	: Partie pour million
PV	: Poids Vif
RC	: Rendement Carcasse
Sem	: Semaine
SEDIMA	: Société de Distribution du Matériel Avicole
SENAV	: Sénégalaise de Distribution de Matériels Avicoles
SONACOS	: Société Nationale de Commercialisation des Oléagineux du Sénégal
SO.V.E.T.A	: Société Vétérinaire Africaine
SPSS	: Statistical Package for the Social Science
TDN	: Nutriment Digestible Total
TEC	: Tarif Extérieur Commun
TVA	: Taxe sur Valeur Ajoutée
UEMOA	: Union Economique et Monétaire Ouest Africain
UI	: Unité Internationale
UNAFA	: Union Nationale des Acteurs de la Filière Avicole

LISTE DES FIGURES

Figure 1:	Diagramme d'organisation des acteurs de l'aviculture moderne et circuit de commercialisation.....	9
Figure 2:	Schéma de la répartition de l'énergie chez l'oiseau (valeurs moyennes)	33
Figure 3:	Pesée individuelle des poulets.....	63
Figure 4:	Mise en lot des poulets.....	63
Figure 5 :	Schéma de répartition des sujets par traitement alimentaire dans le poulailler.....	64
Figure 6:	Alimentation mélangée à base de sorgho grain broyé (a) et entier (b)Source	67
Figure 7:	Alimentation séquentielle à base de sorgho grain broyé (a) et aliment complémentaire (b)	67
Figure 8 :	Alimentation séquentielle à base de sorgho grain entier Source	68
Figure 9:	Schéma de distribution de la ration en mode séquentiel (KONE, 2011).....	68
Figure 10:	Effets du mode alimentaire et de la taille particulière sur les poids carcasse moyen.....	78
Figure 11:	Effets du mode alimentaire et de la taille particulière sur les rendements carcasses des oiseaux par traitements des oiseaux par traitements	79

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Evolution annuelle des effectifs de volaille traditionnelle en milliers de têtes.....	7
Tableau II : Evolution annuelle des effectifs de volaille industrielle en milliers de têtes.....	11
Tableau III : Evolution du chiffre d'affaires pour les œufs de consommation de 2000 à 2006	12
Tableau IV : Caractéristiques chimiques du maïs récolté au Sénégal.....	17
Tableau V : Teneur du maïs et du sorgho en différents acides aminés	19
Tableau VI : Caractéristiques chimique de quatre souches de sorgho cultivées en 1976 au Sénégal.....	21
Tableau VII : Composition chimique (en pourcentage MS) et valeur énergétique ..	24
Tableau VIII : Composition des acides aminés des protéines du grain de mil	25
Tableau IX : Localisation et effets de quelques enzymes participant à la digestion chez les volailles.....	28
Tableau X : Consommation d'eau et d'aliment en fonction de l'âge	30
Tableau XI : Apports recommandés en énergie et en protéines.....	32
Tableau XII : Besoin du poulet de chair en protéines et acides aminés essentiels ..	35
Tableau XIII : Apports recommandés en minéraux chez le poulet.....	37
Tableau XIV : 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 un antioxydant pour protéger les vitamines contre toutes oxydations extérieures.....	38

Tableau XV : Plan de prophylaxie appliqué aux poussins pendant l'expérimentation	62
Tableau XVI : Le planning de la transition alimentaire	65
Tableau XVII : Composition de la ration utilisée	66
Tableau XVIII : Evolution de la température et de l'hygrométrie dans le poulailler pendant l'essai	73
Tableau XIX : Effets du mode alimentaire et de la taille particulière du sorgho sur le poids vif des oiseaux	74
Tableau XX : Effets du mode alimentaire et de la taille particulière du sorgho sur le gain moyen quotidien (GMQ) des oiseaux	75
Tableau XXI : Effets du mode alimentaire et de la taille particulière du sorgho sur la consommation alimentaire des oiseaux.....	76
Tableau XXII : Effets du mode alimentaire et de la taille particulière du sorgho sur l'indice de consommation (IC) des oiseaux	77
Tableau XXIII : Effets du mode alimentaire et de la taille particulière du sorgho sur la mortalité chez les oiseaux.....	80
Tableau XXIV : Analyse économique des poulets nourris au sorgho grain entier et broyé en alimentation séquentielle et mélangée.....	81

TABLE DES MATIERES

LISTE DES ABREVIATIONS.....	XVII
LISTE DES FIGURES.....	XX
LISTE DES TABLEAUX.....	XXI
INTRODUCTION.....	1
1.1. Généralités.....	4
1.2. ORGANISATION GENERALE DE LA FILIERE AVICOLE AU SENEGAL.....	4
CHAPITRE I : SITUATION DE L'AVICULTURE SENEGALAISE.....	4
1.3. DIFFERENTS TYPES D'ELEVAGE.....	5
1.3.1. Aviculture traditionnelle.....	5
1.3.1.1. <i>Caractéristiques</i>	6
1.3.1.2. <i>Effectifs</i>	6
1.3.2. Aviculture moderne.....	7
1.3.2.1. <i>Caractéristiques</i>	7
1.3.2.2. <i>Acteurs de l'aviculture moderne et circuit de commercialisation</i>	8
1.3.2.2.1. <i>Fournisseurs d'intrants</i>	9
1.3.2.2.2. <i>Proviens</i>	10
1.3.2.2.3. <i>Accoueurs</i>	10
1.3.2.3. <i>Effectifs</i>	11
1.3.2.4. <i>Evolution de la production</i>	11
1.4. CONTRAINTES MAJEURES DE L'AVICULTURE SENEGALAISE.....	12
1.4.1. CONTRAINTES DE L'AVICULTURE VILLAGEOISE.....	13
1.4.1.1. <i>Contraintes pathologiques</i>	13
1.4.1.2. <i>Contraintes liées à la conduite d'élevage</i>	13
1.4.1.3. <i>Contraintes alimentaire et techniques</i>	13
1.4.2. CONTRAINTES DE L'AVICULTURE MODERNE.....	14

1.4.2.1. <i>Contraintes alimentaires</i>	14
1.4.2.2. <i>Contraintes sanitaires</i>	14
1.4.2.3. <i>Contraintes financières</i>	14
1.4.2.4. <i>Contraintes institutionnelles</i>	14
2.1. QUALITES BROMATOLOGIQUES DES CEREALES	16
2.1.1. Qualités bromatologiques du maïs.....	16
CHAPITRE II : QUALITES BROMATOLOGIQUES DES CEREALES LOCALES ET ALIMENTATION DES POULETS DE CHAIR	16
2.1.1.1. Composition chimique et digestibilité du maïs	17
2.1.1.2. Valeurs énergétique et protéique du maïs.....	18
2.1.1.3. Facteurs antinutritionnels du maïs	19
2.1.2. Qualités bromatologiques du sorgho	20
2.1.2.1. Composition chimique et digestibilité du sorgho	20
2.1.2.2. Valeurs énergétique et protéique du sorgho	21
2.1.2.3. Facteurs antinutritionnels du sorgho.....	22
2.1.3. Qualités bromatologiques des mils	23
2.1.3.1. Composition chimique et digestibilité du mil.....	23
2.1.3.2. Valeurs énergétique et protéique du mil.....	25
2.1.3.3. Facteurs antinutritionnels du mil	25
2.2. DIGESTION ET BESOINS ALIMENTAIRES DES POULETS DE CHAIR	26
2.2.1. Rappels anatomo-physiologiques de la digestion chez les volailles	26
2.2.2. Besoins nutritionnels des poulets de chair.....	28
2.2.2.1. Besoins en eau	29
2.2.2.2. Besoins en énergie	30
2.2.2.3. Besoins en protéines et en acides aminés indispensables.....	34
2.2.2.4. Besoins en minéraux.....	35
2.2.2.5. Besoins en vitamines	37

3.1. STRATEGIES NUTRITIONNELLES CHEZ LES POULETS DE CHAIR..	39
3.1.1. Alimentation complète classique	39
3.1.1.1. Alimentation complète classique en farine distribuée <i>ad libitum</i> en élevage des poulets de chair en zone tropicale	39
CHAPITRE III : STRATEGIES NUTRITIONNELLES ET EFFETS DE LA	
TAILLE PARTICULAIRE SUR LES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES DES	
POULETS DE CHAIR.....	39
3.1.1.2. Limites de l'alimentation complète classique	40
3.1.2. Alimentation séquentielle chez les poulets de chair	41
3.1.2.1. Avantages de l'alimentation séquentielle	42
3.1.2.2. Inconvénients de l'alimentation séquentielle	43
3.1.3. Alimentation séparée chez le poulet de chair	43
3.1.3.1. Avantages de l'alimentation séparée chez le poulet de chair	44
3.1.3.2. Inconvénients de l'alimentation séparée chez le poulet de chair	46
3.1.4. Alimentation mélangée chez les poulets de chair.....	47
3.1.4.1. Avantages de l'alimentation mélangée.....	47
3.1.4.2. Inconvénients de l'alimentation mélangée chez le poulet de chair	48
3.2. EFFETS DE LA TAILLE PARTICULAIRE SUR LES PERFORMANCES	
ZOOTECHNIQUES DES POULETS DE CHAIR	49
3.2.1. Caractéristiques granulométriques d'un aliment chez le poulet	49
3.2.1.1. Comportement alimentaire du poulet	50
3.2.1.1.1. <i>Vitesse et rythme d'ingestion chez le poulet</i>	50
3.2.1.1.2. <i>Choix et préférences des particules</i>	52
3.2.1.2. Effets de la taille particulière sur le processus digestif des poulets de chair.....	53
3.2.1.2.1. <i>Effets sur le transit digestif des poulets</i>	53
3.2.1.2.1. <i>Effets sur la digestibilité des particules</i>	55

3.2.1.3. Effets de la taille particulière sur les performances zootechniques des poulets	56
3.2.1.3.1. <i>Consommation alimentaire et indice de consommation</i>	56
3.2.1.3.2. <i>Croissance et engraissement</i>	56
3.2.1.3.3. <i>Rendement carcasse</i>	57
3.2.1.3.4. <i>Vitalité et mortalité</i>	57
I. SITE ET PERIODE D'EXPERIMENTATION	59
1.1. MATERIEL	59
1.1.1. Cheptel expérimental.....	59
1.1.2. Matériel d'élevage et de contrôle de performances	59
CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES	59
1.2. Méthodes.....	60
1.2.1. Conduite de l'élevage.....	60
1.2.1.1. <i>Préparation du bâtiment d'élevage</i>	60
1.2.1.2. <i>Elevage des poussins</i>	61
1.2.1.3. <i>Identification et mise en lot des poussins</i>	62
1.2.1.4. <i>Eclairage du bâtiment</i>	64
1.2.1.5. <i>Alimentation des oiseaux</i>	64
1.2.2. Différents paramètres étudiés.....	69
1.2.2.1. <i>Paramètres d'ambiance</i>	69
1.2.2.2. <i>Paramètres zootechniques</i>	69
1.2.2.2.1. <i>Consommation alimentaire</i>	69
1.2.2.2.2. <i>Poids vifs</i>	69
1.2.2.2.3. <i>Gain moyen quotidien (GMQ)</i>	70
1.2.2.2.4. <i>Indice de consommation (IC)</i>	70
1.2.2.2.5. <i>Rendement carcasse (RC)</i>	70
1.3.2.2. <i>Paramètres sanitaires</i>	71
1.2.3. Analyses économique.....	71
1.2.4. Analyse statistique des données	72

2.1. RESULTATS	73
2.1.1. Evolution des paramètres d’ambiance	73
2.1.2. Effets du sorgho grain entier et broyé en alimentation séquentielle et mélangée sur les performances zootechniques des oiseaux	73
2.1.2.1 Poids vif (PV)	73
CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSION	73
2.1.2.2. Gain moyen quotidien (GMQ).....	74
2.1.2.3. Consommation alimentaires	75
2.1.2.4. Indice de consommation	76
2.1.2.5. Poids carcasse et rendement carcasse.....	77
2.1.3. Effets du sorgho grain entier et broyé en alimentation séquentielle et mélangée sur les mortalités chez les poulets de chair.....	79
2.1.4. Résultats économiques.....	80
2.2. DISCUSSION	82
2.2.1. Paramètres d’ambiance	82
2.2.2. Effets du sorgho grain entier et broyé en alimentation séquentielle et mélangée sur les performances zootechniques des oiseaux	82
2.2.2.1. Poids vif et le gain moyen quotidien (GMQ)	82
2.2.2.2. Consommation alimentaire.....	85
2.2.2.3. Indice de consommation	86
2.2.2.4. Poids carcasse et rendement d’abatage.....	86
2.2.2.5. Effets de la taille particulière et du mode d’alimentation sur les résultats économiques	88
2.3. RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES	89
2.3.1. Recommandations.....	89
2.3.1.1. En direction des agriculteurs	89
2.3.1.2. Recommandation en direction des acteurs de l’alimentation animale .	89
2.3.1.3. Recommandation en direction de l’Etat	90
2.3.2. Perspectives de recherches.....	90

CONCLUSION	91
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	122
WEBOGRAPHIE	137
ANNEXES	

INTRODUCTION

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

Les céréales qui représentent près de 60 % de la composition de l'aliment sont broyées, ou mélangées avec d'autres matières premières pour obtenir un aliment complet unique présenté sous forme de farine ou de granulés. Des aviculteurs disposant de surfaces céréalières et de capacités de stockage peuvent utiliser leurs propres céréales, dans un objectif d'amélioration de la durabilité de leur système de production : réduction du coût de l'aliment et limitation des coûts énergétiques liés à la fabrication d'aliments et au transport. Le développement de l'utilisation des céréales entières en élevage dépend de la maîtrise technique des méthodes de distribution possibles : l'alimentation séparée ou libre choix, la distribution séquentielle et le mélange (**NOIROT et al., 1999**). Elles sont toutes basées sur un choix plus ou moins dirigé de l'animal dans l'espace, le temps ou par tri particulière. Les techniques de distribution des céréales entières, une alternative pouvant aider les éleveurs sont peu étudiées en Afrique particulièrement au Sénégal. C'est dans cette optique que la présente étude a été entreprise pour évaluer les effets du sorgho grain entier et broyé selon deux modalités de distribution (séquentielle, mélangée) sur les performances zootechniques des poulets de chair en saison froide à partir de 3 semaines d'âge.

De façon spécifique cette étude a eu pour tâche de :

- déterminer la vitesse de croissance ;
- évaluer la consommation et l'indice de consommation alimentaire ;
- faire une étude économique comparative entre les différentes méthodes d'alimentation chez ces oiseaux.

Notre étude comporte deux grandes parties. La première, une synthèse bibliographique, qui traite de la situation de l'aviculture au Sénégal, des qualités bromatologiques des céréales locales utilisées dans l'alimentation du poulet de chair, de la digestion et des besoins nutritionnels chez le poulet de chair, ainsi que des stratégies nutritionnelles et effets de la taille particulière sur les performances zootechniques du poulet de chair.

La seconde partie, qui est expérimentale présente le matériel et la méthodologie utilisés, les différents résultats obtenus et leurs discussions, ainsi que quelques recommandations.

**PREMIERE PARTIE : SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE**

CHAPITRE I : SITUATION DE L'AVICULTURE SENEGALAISE

1.1. Généralités

Actuellement au Sénégal, la production avicole est dominée par le système d'élevage traditionnel très bien répandu en milieu rural. Toutefois, l'aviculture moderne s'est considérablement développée au cours de ces dernières décennies principalement en périphérie des grands centres urbains (**TRAORE, 2006**). De plus, l'aviculture sénégalaise est surtout dominée par l'élevage du poulet. Les autres espèces de volailles (pintade, canard, dindon, oie, pigeon etc.) sont très marginales et sont surtout élevées pour l'agrément. Elles sont produites par quelques éleveurs et le Centre National d'Aviculture (**CNA**) pour les fêtes de Noël et de fin d'année (**DIAGNE, 2008**).

L'analyse de la filière avicole au Sénégal de 2006 à 2009 permet d'observer tout de même une tentative de relance de la filière avicole locale à cause de l'embargo sanitaire occasionné par l'épizootie de la grippe aviaire, et de la volonté des autorités à développer les productions locales (**TENO, 2009**). En 2003, le Sénégal était classé parmi les principaux importateurs de viande de volaille (**FAO, 2003**) cité par **TENO (2009)**. Actuellement, le volume d'importation des poulets congelés a fortement diminué depuis la fermeture complète, en Novembre 2005, des frontières sénégalaises aux importations avicoles.

1.2. ORGANISATION GENERALE DE LA FILIERE AVICOLE AU SENEGAL

Plusieurs tentatives d'organisation de la filière avicole ont échoué. Or, tant que la filière n'a pas une interprofession solide, puissante et combative, les problèmes auxquels elle est confrontée ne seront jamais totalement pris en charge par les

pouvoirs publics. L'aviculture semi-industrielle a démarré dans les années 60 et pour impulser cette activité, les autorités de l'époque avaient créé le Centre National d'Aviculture (CNA) en 1962.

Actuellement, la filière avicole semi-industrielle compte deux grandes associations que sont la Fédération des Acteurs de la Filière Avicole (FAFA) créée en 2002 et l'Union Nationale des Acteurs de la Filière Avicole (UNAFa) créée en 2004. La FAFA renferme des associations internes qui sont l'Association des Aviculteurs de Dakar, l'Association des Commerçants de Produits Avicoles (ASCOPA), l'Association des Femmes Productrices de l'Aviculture (AFPA), l'Association des Aviculteurs de Saint-Louis (AASL) et l'Association des Aviculteurs de Touba Peykouk (AATP). L'UNAFa quant à elle, renferme l'Association des Avicultrices de Dakar (AVIDAK). En 1998, on assiste à la création du Collectif des Techniciens de l'Aviculture (COTAVI) aussitôt après la dissolution de la MDA (Maison Des Aviculteurs) (DIAGNE, 2008).

1.3. DIFFERENTS TYPES D'ELEVAGE

Il est difficile d'appliquer directement la typologie des élevages avicoles selon la nomenclature de la FAO au Sénégal (TRAORE, 2006). Mais d'une manière globale, la filière avicole du Sénégal peut être scindée en deux types : l'aviculture rurale et l'aviculture industrielle dite moderne ou intensive (UNAFa, 2009).

1.3.1. Aviculture traditionnelle

L'aviculture traditionnelle est pratiquée partout au Sénégal et est tenue par les femmes et les enfants. L'espèce élevée est le poulet commun ou poule domestique appelée *Gallus gallus domesticus*, dont l'ancêtre est *G. Ferrugineus* (TRAORE, 2006).

1.3.1.1. Caractéristiques

L'aviculture traditionnelle est basée sur le mode d'exploitation familiale avec une productivité très faible. Les poules pondent peu avec une croissance lente accompagnée de pertes énormes avant la commercialisation. Les pertes sont dues au manque de prophylaxie qui est souvent inaccessible ou méconnue, aux vols et aux prédateurs.

Par ailleurs, la faible productivité est liée aux faibles potentialités génétiques de la race locale et au système d'élevage. Toutefois, cette race incarne des valeurs qui sont sa résistance aux dures conditions d'élevage (**GAYE, 2004** cité par **TENO, 2009**) caractérisées par un apport d'intrants qui est très réduit.

L'aviculture traditionnelle revêt une très grande importance notamment sur le plan culturel, social et économique, et dans la lutte contre la pauvreté en milieu rural (**TRAORE, 2006**). Selon les travaux réalisés par **LY et al. (1999)** ; **MISSOHOU et al. (2002)**, l'aviculture traditionnelle constitue un moyen de lutte contre la pauvreté car elle représente une source de revenus, de protéines animales et permet de renforcer les liens sociaux.

En effet, une part non négligeable des effectifs de volaille, estimée à 30 %, est consommée lors des fêtes religieuses, des cérémonies rituelles ou culturelles telles que le nouvel an musulman ou Tamkharit, la Korité ou Aïd el fitre, les fêtes de Noël et de fin d'année et la circoncision. Une part importante de poules est utilisée pour les sacrifices rituels ou culturels.

1.3.1.2. Effectifs

L'aviculture rurale dite villageoise ou paysanne est pratiquée de façon extensive (**UNAFSA, 2009**). Son effectif était estimé en 2008 à environ 21 889 000 têtes soit 61,2 % du cheptel avicole national (**tableau I**). Par estimation, 90% des effectifs de volailles sont constitués de poulets (**TRAORE, 2006**).

Tableau I : Evolution annuelle des effectifs de volaille traditionnelle en milliers de têtes

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Volaille Traditionnelle	1890	19543	20207	20549	20960	21527	22078	22141	21889	22545

Source : MINISTERE DE L'ELEVAGE (2009)

1.3.2. Aviculture moderne

L'aviculture moderne était en construction au lendemain de l'indépendance et fut tenue jusqu'à la fin des années 80 par l'Etat. En effet, ce dernier s'occupait de la production et de la commercialisation des poussins, d'aliments et d'autres facteurs de production. Le désengagement de l'Etat avait permis à l'aviculture intensive de connaître un véritable envol jusqu'à la mise en application de la **TEC (Taxe Extérieur Commun) de l'UEMOA en 2000**. L'application d'une TVA de 18 % sur les aliments et les poussins d'un jour et la baisse des taxes douanières sur la viande avicole avaient entraîné une destruction jamais connue de l'aviculture moderne au Sénégal. Mais l'adoption du programme de prévention et de riposte contre la grippe aviaire comportant une interdiction des importations de produits avicoles et de matériels avicoles usagers a depuis fin 2005 permis une relance de la filière au Sénégal (UNAFSA, 2009).

La filière avicole sénégalaise, notamment le système dit moderne, est un secteur économique dynamique dont le taux de croissance est l'un des meilleurs du secteur primaire au niveau national. Il occupe un nombre important d'acteurs qui sont complémentaires et interdépendants au niveau de la filière (TRAORE, 2006).

1.3.2.1. Caractéristiques

L'aviculture moderne ou semi-industrielle utilise des souches génétiquement améliorées et surtout sensibles aux conditions d'élevage (NGOM, 2004) cité par KONE (2011). Elle est concentrée dans la zone des Niayes (régions de Dakar, Thiès et Saint-Louis) qui offre un climat favorable à ce type d'élevage. La région de Dakar

abrite plus de 80 % des effectifs de ces élevages commerciaux, Thiès environ 15 % et Saint-Louis 3 % (**MINISTERE DE L'ELEVAGE, 2009**).

Le chiffre d'affaires généré par l'aviculture moderne de façon générale et le nombre d'emplois directs ou indirects créés, démontrent l'importance de cette activité. Plusieurs races ou souches sont exploitées mais les plus fréquentes et élevées au Sénégal sont pour la filière ponte : Lohman Blanche et Rouge, Hy Line Blanche et Rouge, Harco, Isa Brown, Gold Line, Shaver et Star Cross; et pour la filière Chair : Cobb 500, Hubbard, Ross 208, Vedette (**TRAORE, 2006**).

1.3.2.2. Acteurs de l'aviculture moderne et circuit de commercialisation

Les services de l'élevage ne disposent pas de statistiques permettant de connaître officiellement le nombre d'acteurs par activité. Cependant, on estime à 10 000 le nombre d'emplois directs créés par l'aviculture moderne. Le système industriel correspond surtout aux unités de production de poussins (accouveurs) et aux unités de fabrication d'aliments pour volaille (provendiers). Le marché de volailles de chair fait intervenir un certain nombre d'acteur: les éleveurs et les revendeurs (Banabanas) (**figure 1**). Les banabanas sont des acheteurs-revendeurs qui connaissent bien le marché. Les hôtels et les supermarchés ont généralement des fournisseurs déterminés (certains éleveurs et très souvent de grands éleveurs) avec qui, ils ont passé un accord tacite, le plus souvent ou parfois un accord écrit à cause de leurs nombreuses exigences en termes de normes de qualité. Les grandes structures qui servent des repas collectifs à des effectifs importants (universités, camps militaires, hôpitaux), sont également des clients acheteurs de poulets de chair ou d'œufs de consommation. Les revendeurs de carcasses de poulets dans les marchés et les restaurateurs ou gargotiers sont des clients qui achètent des quantités plus ou moins importantes de poulets de chair vivants et des œufs. Le consommateur est représenté ainsi par la ménagère qui achète le poulet soit vivant chez le banabana, soit sous forme de carcasse au marché chez le revendeur, ou chez l'éleveur qui a une

cantine de vente à domicile, ou encore au supermarché. Les œufs sont le plus souvent achetés chez le commerçant (boutiquier) du quartier (**TRAORE, 2006**).

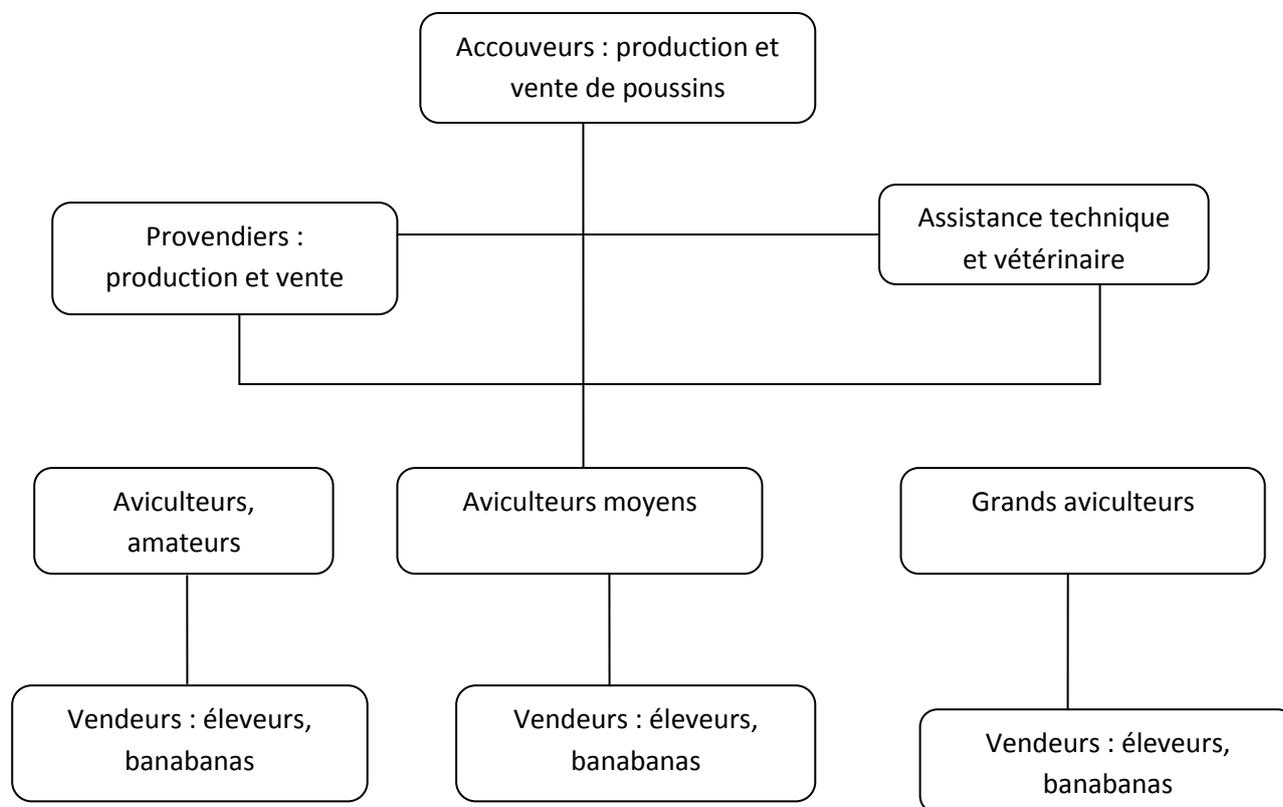


Figure 1 : Diagramme d'organisation des acteurs de l'aviculture moderne et circuit de commercialisation

Source : (TRAORE, 2006)

1.3.2.2.1. Fournisseurs d'intrants

Ils constituent un maillon extrêmement important de la filière du fait de leur position stratégique dans la chaîne. Ils approvisionnent directement les provendiers en matières premières nécessaires pour la fabrication d'aliments et les accouveurs en œufs à couvrir (**OAC**) pour la production de poussins d'un jour. La **SUNEOR (ex: SONACOS)** fournit le tourteau d'arachide qui est une véritable source de protéines. La farine de poisson est fournie par **Afric Azote** et **Sénégal protéines** qui avait une capacité de production telle qu'elle peut approvisionner l'ensemble des industriels en quantité suffisante et dans les délais impartis.

1.3.2.2.2. Proviendiers

Les proviendiers ont une grande importance dans la filière car ils assurent la fourniture de l'aliment qui est un intrant capital pour une bonne croissance des sujets. Actuellement, la filière compte cinq (5) grands industriels qui sont localisés dans la région de Dakar et qui assurent l'approvisionnement en aliment à la majeure partie des fermes. Ce sont **SEDIMA, NMA Sanders, AVISEN**. La **SEDIMA** est leader dans ce domaine avec 30 % de la production en 2006.

Cette situation fait que le marché de l'aliment de volaille au Sénégal est un oligopole. Les industriels assurent 84 % de la production annuelle d'aliments (**CNA, 2006**). Certains producteurs disposent de leur propre mélangeur ; ce qui leur permet de faire de la formulation personnelle.

1.3.2.2.3. Accouveurs

Les accouveurs (producteurs de poussins d'un jour) sont situés dans diverses régions. Des accouveurs locaux fournissent des poussins aux aviculteurs Sénégalais. Ils importent près de trois quarts des **OAC**, mais quelques accouveurs gèrent directement un cheptel parental pour la production d'OAC. Les poussins sont produits (éclos) pour plus de 90 % au Sénégal avec 25 % nés des œufs à couver produits au Sénégal et 70 % de poussins nés des **OAC** importés. Seulement 5 % de poussins sont importés, essentiellement d'Europe (**TRAORE, 2006**).

Les principaux accouveurs sont essentiellement : **SEDIMA, CAMAF, CAM, PRODAS, AVIPROD, SENAV**, qui sont les plus connus et les plus réguliers dans la fourniture de poussins. Il existe d'autres couvoirs qui ne sont pas bien connus tels que le Couvoir de la plage, **FAPPO**. La majeure partie de ces accouveurs importe plus des trois quarts des **OAC** dont ils ont besoin pour la production de poussins. Ceci montre jusqu'à quel point la filière est encore dépendante de l'étranger par rapport aux **OAC**. Pour réduire ainsi cette dépendance, quelques accouveurs tels que **SEDIMA, CAMAF, CAM, PRODAS** et **FAPPO** trouvent des stratégies de mettre en élevage des reproducteurs.

1.3.2.3. Effectifs

Le **tableau II** montre l'évolution de la population de volailles industrielles de 2000 à 2009. En dix ans, l'effectif des poulets de l'aviculture moderne a triplé.

Tableau II : Evolution annuelle des effectifs de volaille industrielle en milliers de têtes

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Volaille industrielle	5595	6115	5174	5100	5285	6135	7533	12787	13633	17723

Source: (DIREL, 2009)

1.3.2.4. Evolution de la production

En 2007, la production de viandes de volailles issue de l'élevage moderne était de 16 367 tonnes correspondant à un total de 11 millions de têtes abattues (poulets et poules de reformes confondues). La même année, l'effectif moyen des poules pondeuses en production était estimé à 1 638 800, contre environ 1 425 000 en 2006 et un peu moins de 124 700 en 2005. Ainsi, la production au Sénégal d'aliments de volaille a quasiment doublé entre 2006 et 2007, passant de 80 000 tonnes environ à plus de 155 000 tonnes amenant certains fabricants d'aliments à augmenter leur capacité de production (DIREL/CNA, 2008).

De 180 millions d'unités en 2000, la production moderne d'œufs de consommation est passée en 2006 à 371 millions unités, soit une augmentation de 93,8 % (TRAORE 2006). L'offre d'œuf a presque doublé en cinq années. En 2007, elle a été estimée à 418 millions d'unités pour un chiffre d'affaires d'environ 25 milliards FCFA. L'importation des œufs à couver (OAC) connaît par contre une hausse régulière malgré la mise en place de quelques fermes de reproducteurs. D'environ 2 millions d'unités en 1990, elle a connu une progression pour atteindre le double entre 1992 et 1995. Depuis cette date, l'importation d'OAC varie de 3 à 5 millions / an pour atteindre en 2005 le chiffre de 6 679 230. Le chiffre d'affaires total de l'aviculture progresse, mais lentement à cause de celui de la viande de volaille

(essentiellement la production de poulets de chair) qui est resté plus ou moins statique avec des chutes enregistrées certaines années. Le chiffre d'affaires des œufs de consommation reflète par contre le dynamisme de l'élevage de volaille de ponte: il a progressé de façon notable passant de 9 milliards de francs en 2000 à 17,4 milliards de francs en 2005, soit presque le double (**TRAORE, 2006**).

Des efforts importants ont été consentis pour la production de poussins d'un jour au Sénégal. Ainsi, couvrant à peine 28 % des besoins en 1990, la production locale de poussins assure aujourd'hui 98% des besoins. Selon les responsables du CNA, les couvoirs en place peuvent assurer les besoins nationaux en poussins. Evidemment, cette production de poussins est encore à 75 % dépendante des œufs à couver (OAC) importés, ce qui signifie qu'il reste encore des efforts à faire pour que la filière soit indépendante (**TRAORE, 2006**). Les accoueurs de la place arrivent à produire des quantités importantes de poussins d'un jour dénommés « poussins 100 % sénégalais » en vue de satisfaire la demande nationale et même d'exporter vers les pays voisins.

Tableau III : Evolution du chiffre d'affaires pour les œufs de consommation de 2000 à 2006

Années	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Nombre d'unités (million)	180	254	293	337	340	349	371
Chiffre d'affaires pour œufs (milliards)	9	12,7	14,65	16,85	17	17,4	18,55

Source : TRAORE, 2006

1.4. CONTRAINTES MAJEURES DE L'AVICULTURE SENEGALAISE

Le problème qui se pose dans l'aviculture de façon générale, est le manque d'organisation des acteurs. L'organisation professionnelle de la filière avicole se confond historiquement avec l'évolution administrative, financière et institutionnelle du CNA, principal service qui s'occupe de cette filière (**TRAORE, 2006**). Toutefois, certaines contraintes restent spécifiques à chaque type d'élevage.

1.4.1. CONTRAINTES DE L'AVICULTURE VILLAGEOISE

L'aviculture traditionnelle représente 60 à 70 % de l'offre de la filière avicole au Sénégal. La part appréciable de ce sous-secteur de l'élevage dans l'approvisionnement du marché intérieur masque néanmoins beaucoup de contraintes pathologiques, conduite de l'élevage, alimentaires et techniques (**GUEYE et al., 2004**).

1.4.1.1. Contraintes pathologiques

Pour la filière rurale, le premier problème est la prise en charge effective des problèmes de pathologies (**TRAORE, 2006**). Les pertes pour l'élevage sont considérables, avec une mortalité de 60 % en moyenne, taux que l'on trouve dans d'autres pays africains. La maladie de Newcastle est généralement désignée comme étant la pathologie majeure en zone rurale (**GUEYE et al., 2004**), elle entraîne des pertes de 75 à 100 % des élevages villageois (**CMAAOC, 2005**).

1.4.1.2. Contraintes liées à la conduite d'élevage

Elles sont liées à la précarité des conditions du bâtiment d'élevage (bâtiments en banco utilisés à de fortes densités) et d'hygiène. La mauvaise conduite des élevages en aviculture traditionnelle entraîne des pertes importantes (retards de croissance des jeunes, abandon des nids par les couveuses et les mortalités d'origine pathologique).

1.4.1.3. Contraintes alimentaire et techniques

Ces contraintes sont caractérisées par l'insuffisance de l'aliment tant en quantité qu'en qualité, l'insuffisance de formation, d'information et de sensibilisation des producteurs, l'inexistence ou l'inadaptation de matériels d'élevage (mangeoires, éleveuses) (**CMAAOC, 2005**).

1.4.2. CONTRAINTES DE L'AVICULTURE MODERNE

L'aviculture moderne est confrontée à des contraintes d'ordre nutritionnel, sanitaire, financier et institutionnel.

1.4.2.1. Contraintes alimentaires

L'alimentation qui représente plus de la moitié des coûts de production en aviculture moderne, n'est pas maîtrisée et reste tributaire de la production de maïs qui en est sa principale composante, mais aussi du prix et de la qualité des intrants (PREMIX). Les contraintes relevées portent essentiellement sur :

- les coûts élevés des intrants ;
- les ruptures fréquentes de l'approvisionnement des intrants **(CMAAOC, 2005)**.

1.4.2.2. Contraintes sanitaires

Les principales pathologies rencontrées en aviculture moderne au Sénégal sont : les salmonelloses, les coccidioses, la maladie de Gumboro et la maladie de Newcastle **(CMAAOC, 2005)**. La menace de la grippe aviaire n'est pas à négliger **(TRAORE, 2006)**.

1.4.2.3. Contraintes financières

Les banques considèrent l'aviculture comme un secteur à risque élevé à cause du manque de formation des producteurs, ce qui explique les difficultés d'accès au crédit pour ces derniers **(TRAORE, 2006)**.

1.4.2.4. Contraintes institutionnelles

La multiplicité des organisations ne facilite pas la tâche aux pouvoirs publics qui ne trouvent pas d'interlocuteurs valables pour poser et régler les problèmes de la filière **(TRAORE, 2006)**.

En résumé, il faut dire que l'aviculture sénégalaise est en plein essor, lequel progrès est surtout dû à la fermeture des frontières aux importations de viande de volailles congelée. Par ailleurs, elle joue un important rôle socioéconomique et culturel. Toutefois, elle reste encore tributaire de certaines contraintes dont les plus saillantes sont d'ordres organisationnel, nutritionnel, et pathologique. Sur le plan nutritionnel, les céréales occupent une place incontournable car peuvent être incorporées jusqu'à plus de 60 % dans l'aliment selon les spéculations aviaires.

CHAPITRE II : QUALITES BROMATOLOGIQUES DES CEREALES LOCALES ET ALIMENTATION DES POULETS DE CHAIR

2.1. QUALITES BROMATOLOGIQUES DES CEREALES

La production des céréales occupe une place de choix en agriculture compte-tenu des habitudes alimentaires et de son rôle dans l'alimentation humaine et animale. En effet, selon **CONAN et al. (1992)**, les céréales constituent un produit de base dans l'alimentation animale à cause de l'apport énergétique élevé indispensable à l'alimentation des animaux monogastriques et des volailles en particulier.

Sur le disponible céréalier de la zone tropicale, le maïs, le sorgho et le mil sont très utilisés en raison de leur qualité nutritionnelle.

2.1.1. Qualités bromatologiques du maïs

L'homme a enfin réussi à adapter le maïs aux zones tempérées du Nord des Etats-Unis et ces maïs tempérés ont permis la culture au Canada. En Afrique, le maïs a été introduit à partir de l'Europe via la Turquie et l'Egypte (commerces transsahariens et pèlerinages) et à partir des comptoirs de la côte du Golfe du Bénin liés à la traite négrière (archives des documents de [FAO.www google.fr](http://www.google.fr)). Le maïs est une céréale de choix dans l'alimentation des poulets de chair (**SMITH, 1992**). Ceci se justifie, entre autre par la bonne digestibilité de sa matière organique avec un TDN (éléments digestifs totaux) estimé à 80,75 % et sa valeur énergétique élevée avec environ 3432 kcal/kg (**FERRANDO, 1969**).

2.1.1.1. Composition chimique et digestibilité du maïs

Parmi toutes les céréales usuelles, le maïs est la plus énergétique du fait de ses teneurs élevées en amidon (72,5 % de MS) et en matière grasse (4,8 % de MS). Cette qualité est particulièrement sensible et appréciée chez les volailles. Il faut souligner la pauvreté du maïs en protéines (8 % de MS, **SMITH, 1992**), elles-mêmes pauvres en lysine et en tryptophane. Mais, ce défaut est partiellement compensé chez les volailles par une bonne digestibilité. Le maïs est pauvre en certains oligo-éléments et vitamines mais il constitue une bonne source de biotine et de caroténoïdes. Le phosphore qu'il contient est peu disponible pour les oiseaux, faute de phytase active à l'intérieur du grain. Le phosphore total est estimé à 0,31 % de MS et le phosphore disponible à 0,06 % de MS. Le phosphore assimilable dans le maïs récolté au Sénégal est estimé à 0,28 % (**tableau IV**). Le maïs est presque dépourvu de sodium (0,01 % de MS) et de calcium (0,01 % de MS) et contient peu de cellulose (2,5 % de MS, **FERRANDO, 1969**).

Tableau IV : Caractéristiques chimiques du maïs récolté au Sénégal

Composants	AYSSIWEDE et al (2010)	ANSELME(1987)
Protéines (%MS)	27,4	8,7
Matières grasses (%MS)	3,8	4,8
Cellulose brute (%MS)	16,8	2,7
Lysine %MS)	-	0,25
Méthionine (%MS)	-	0,19
Méthionine + cystine (%MS)	-	0,35
Phosphore assimilable (%MS)	0,4	0,28
Calcium (%MS)	3,1	0,02

La digestibilité de l'aliment indique son degré d'utilisation par l'animal. Elle est fonction de l'espèce animale, de l'âge et de la composition chimique de l'aliment. Quantitativement, elle s'exprime par le coefficient d'utilisation digestive (CUD). Le TDN (éléments digestibles totaux) donne aussi une idée sur la digestibilité.

Le maïs présente d'une manière générale une excellente digestibilité. Ceci s'explique par la bonne digestibilité de l'amidon et des protéines, sa faible teneur en cellulose (2,5 % de MS) et l'absence de facteurs antinutritionnels tels que les tanins. La teneur moyenne en nutriment digestible total (TDN) du maïs est de 80,75 % (**FERRANDO, 1969**).

2.1.1.2. Valeurs énergétique et protéique du maïs

Les céréales constituent la base énergétique des provendes. Le maïs est plus énergétique que le mil et le sorgho en raison de sa teneur élevée en matières grasses (**LARBIER et LECLERQ, 1992**).

L'énergie métabolisable du maïs récolté au Sénégal est estimée à 3350 kcal/kg alors qu'elle est estimée à 3798 kcal/kg pour le maïs récolté en France (**ANSELME, 1987**).

La teneur en protéines du maïs est faible (10,20 % de MS) ainsi que la variabilité de ce paramètre. L'écart-type est de l'ordre de 7 g/kg de protéines brutes (**LARBIER et LERCLERQ, 1992**).

Pour les mêmes auteurs, les protéines du maïs présentent un profil très déséquilibré en acides aminés : déficience en tryptophane et en lysine et un excès en leucine (**tableau V**).

Tableau V: Teneur du maïs et du sorgho en différents acides aminés

Nutriments	Teneur en % de matières sèches	
	Maïs	Sorgho
Protéines brutes	10,20	12,00
Lysines	0,28	0,28
Méthionine	0,22	0,19
Méthionine + cystine	0,44	0,40
Tryptophane	0,07	0,11
Thréonine	0,36	0,40
Glycine + sérine	0,78	0,78
Leucine	1,28	1,66
Isoleucine	0,40	0,53
Valine	0,52	0,66
Histidine	0,29	0,26
Arginine	0,49	0,47
Phénylalanine + tyrosine	0,96	1,14

Source : LARBIER et LECLERCQ (1992)

2.1.1.3. Facteurs antinutritionnels du maïs

Les tanins sont les facteurs antinutritionnels les plus rencontrés dans les céréales. Il s'agit des composés polyphénoliques présents dans les téguments qui possèdent la propriété de former des complexes avec les protéines, entre autres, avec les enzymes digestives. Contrairement au sorgho, le maïs en est dépourvu (LARBIER et LECLERCQ, 1992).

2.1.2. Qualités bromatologiques du sorgho

La culture du Sorgho est de plus en plus motivée compte tenu de son coût de production relativement faible et de sa valeur nutritive pour les volailles. En effet, le sorgho peut remplacer le maïs dans la ration alimentaire de base des poulets (**NGA, 2009**). Néanmoins, certaines variétés de sorgho comportent une teneur élevée en tanins qui doit être contrôlée avant leur utilisation. Cette teneur ne doit pas dépasser 0,3 % en alimentation animale.

2.1.2.1. Composition chimique et digestibilité du sorgho

Le sorgho a une forte teneur en amidon (70 % MS), une proportion non négligeable en matière grasse (environ 3,3 % MS) et 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**).

Le principal problème du sorgho réside dans la variabilité de sa teneur en tanins, qui entraîne l'augmentation de l'amertume de l'aliment, provoquant chez la volaille une diminution de la digestibilité des nutriments de l'aliment, en particulier les protéines (**COTHENET et BASTIANELLI, 1999**).

La composition chimique du sorgho varie en fonction des souches comme le montre le **tableau VI**.

Tableau VI : Caractéristiques chimique de quatre souches de sorgho cultivées en 1976 au Sénégal

Composition	AYSSIWEDE et al (2010)	ANSELME (1987)			
		Variété de sorgho			
	Sorgho blanc	114M	I450	X4010	X4053
PB (% MS)	10,2	12,00	18,70	14,80	14,70
MG (% MS)	2,8	3,30	2,90	4,20	4,00
Amidon (%MS)	-	61,80	58,70	66,70	70,10
Glucides (%MS)	-	2,30	2,40	2,30	2,30
Cellulose (%MS)	2,1	5,10	3,80	2,40	1,60
Ca (%MS)	0,0	-	-	-	-
P (%MS)	0,2	-	-	-	-
Na (%MS)	0,0	-	-	-	-
K (%MS)	0,3	-	-	-	-

Les protéines et l'amidon des sorghos sont peu digestibles lorsque la teneur en tanins est trop élevée. Ce qui entraîne une réduction considérable de la croissance des poulets. **GUALTIERI et RAPACCINI (1990)** ont en effet montré que, lorsque la teneur en tanins du sorgho passe de 0,02 à 0,2 %, son énergie métabolisable diminue de 3516 à 2617 kcal/kMS.

ANSELME (1987) a montré que le sorgho africain plus « pauvre » en tanins ($p < 1\%$) présente une meilleure digestibilité protéique que le sorgho français ou américain.

2.1.2.2. Valeurs énergétique et protéique du sorgho

Le sorgho est riche en énergie métabolisable à cause de sa forte teneur en amidon (56-73% MS) et de son taux relativement élevé en matières grasses. Mais la présence de tanins dans le grain contribue à la mauvaise digestibilité de l'amidon dans certaines variétés (**DREHER et al., 1984**). Lorsque la teneur en tanins du sorgho passe de 0,2 à 0,02% son énergie métabolisable augmente de 2671 à 3516 kcal/kg d'aliment (**GUALTIERI et RAPACCINI, 1990**).

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. Ce déficit est cependant facile à corriger. Le sorgho est riche en leucine, en phénylamine, tyrosine (tableau V).

2.1.2.3. Facteurs antinutritionnels du sorgho

Une des caractéristiques du sorgho est sa teneur relativement importante en tanins qui sont des polyphénols. Néanmoins, les tanins ne sont présents que dans les sorghos avec un testa pigmenté. Dans ces derniers, les tanins ne sont pas toxiques comme certains mythes le rapportent, car ils sont sous forme condensée. Selon ROONEY et al. (2010) cités par ALLANONTO (2011) chez le bétail, ils peuvent réduire l'efficacité alimentaire (jusqu'à 5 à 10 % en comparaison avec les sorghos sans tanins), mais tout dépend de l'animal et du traitement du grain. La particularité des tanins est de se lier aux protéines formant des complexes résistants aux attaques enzymatiques dans la lumière du tube digestif. (HULSE et al. 1980) cités par IBRAHIM et al. (1988) montrent que les tanins inhibent l'activité des enzymes notamment les amylases et probablement les lipases et les protéases.

En effet, les protéines, les acides aminés (surtout la méthionine et la choline) servent de donneur du groupe méthyl aux tanins. Ces derniers sont hydrolysés en acide gallique et excrétés partiellement sous forme de 4-O méthylgallate (GUALTIERI et RAPACCINI, 1990)

Ce caractère antinutritionnel entraîne certaines conséquences chez les volailles :

- le retard de croissance chez les poussins alimentés avec du sorgho à forte teneur en tanins (LOUL, 1998) ;
- le changement du 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 supérieure à 2,6 g/kg soit 0,26 % (**MCNAB et BOORMAN, 2002**). Les sorghos dits « pauvres » en tanins qu'on rencontre en Afrique ne présentent guère ces inconvénients (**ANSELME, 1987**).

2.1.3. Qualités bromatologiques des mils

Les mils sont des graminées et appartiennent à plusieurs espèces. Parmi les plus importantes, on peut citer: Pennisetum, Seteria, Eleusine, Paspalum, Digitaria. Les exigences des mils varient. En règle générale, les mils sont plus résistants à la sécheresse que le sorgho, qui lui même peut se développer sur des terres plus sèches et plus arides que le maïs (**FERRANDO, 1964**).

2.1.3.1. Composition chimique et digestibilité du mil

Le mil est essentiellement constitué d'amidon. Sa teneur en protéines est presque égale et comparable à celle du maïs (**FAO, 1993**). Il contient une forte teneur en matière grasse mais sa composition en acide gras n'est pas différente de celle du sorgho (**HULSE et al., 1980**). L'une des caractéristiques de la composition des grains de mil est leur forte teneur en cendres et en fibres alimentaires. Ils sont également riches en fer et en phosphore.

En général, les grains complets sont une source importante des vitamines du complexe B, qui est surtout concentré dans le son. Le mil tout comme le sorgho ne contient pas de vitamine A, bien que certaines variétés contiennent de petites quantités de β -carotène, précurseur de la vitamine A. Il n'y a pas de vitamine C dans les grains de mil.

Les grains de mil sont caractérisés par une haute teneur en fibres alimentaires et une mauvaise digestibilité des éléments nutritifs (FAO, 1993). Selon la définition modifiée de TROWELL (1976) cité par LOUL (1998), la fibre alimentaire est la somme de la lignine et des polysaccharides qui ne sont pas hydrolysés par les enzymes endogènes du tube digestif du poulet. La teneur en fibres alimentaires est utilisée pour décrire divers polysaccharides végétaux non assimilables: celluloses, hémicelluloses, pectines, oligosaccharides, gommés et divers composés lignifiés. La nature chimique de l'amidon, en particulier, la teneur en amylose et en amylopectine, est un autre facteur qui influe sur la digestibilité du mil.

Tableau VII : Composition chimique (en pourcentage MS) et valeur énergétique (Kcal / MS) des graines de mil

Composition	Sources				
	AYSSIWEDE et al (2010)	Nijimbere (2003)	Nir (2003)	Nir (2003)	Piccioni (1965)
	Cités par SANON (2009)				
MG (% MS)	4,9	3,83	-	-	3,7
MAT (% MS)	10,1	9,6	14	11,6	11,6
CB (% MS)	2,3	3,47	-	-	9
ENA (% MS)	80,7	-	-	-	-
MM (% MS)	-	2,92	-	-	3,6
Ca (% MS)	0,0	-	0,05	0,03	0,05
P (% MS)	0,3	-	0,32	0,43	0,03
Lys (% MS)	-	-	0,45	0,21	0,3
Met (% MS)	-	-	0,25	0,16	0,15
EM (% MS)	3521,3	3166	2675	2898	-

2.1.3.2. Valeurs énergétique et protéique du mil

Le mil à une valeur énergétique élevée mais, comparée à celle des autres céréales, il possède la plus faible valeur énergétique (**tableau VII**). Le **tableau VIII** présente la composition en acides aminés de certaines variétés de mil.

Tableau VIII : Composition des acides aminés des protéines du grain de mil
(g/ 16 g d'azote)

Acides aminés	Variétés de mil				
	Souna (jeune)	Snio (mature)	<i>P.</i> <i>pycnostachyn</i>	<i>P.</i> <i>nigritarum</i>	<i>P.</i> <i>pycnostachum X</i> <i>P. nigritarum</i>
Arginine	3,75	3,50	3,80	5,10	5,25
Histidine	1,91	2,06	1,82	2,37	2,13
Lysine	2,43	2,94	2,58	2,64	2,64
Tryptophane	1,90	1,60	2,10	2,35	2,45
Phénylalanine	3,45	4,30	4,75	5,05	4,8
Cystine	1,14	1,34	1,25	1,25	-
Méthionine	2,40	2,30	2,20	2,70	2,6
Thréonine	2,95	2,40	5,50	4,20	4,85
Isoleucine	16,7	16,8	17,4	16,4	18,5
Valine	5,90	4,00	4,85	3,00	5,00
Leucine	4,00	4,70	5,20	6,20	5,60

Source : ADRIAN et SAYERSE (1956)

2.1.3.3. Facteurs antinutritionnels du mil

Comme le sorgho, la présence des tanins dans les grains du mil déprime la digestibilité de son amidon. Les tanins isolés des grains inhibent une enzyme (amylase) et se lient à l'amidon des grains plus ou moins fortement (**DAVIS et HOSEMEY, 1979** cités par **LOUL, 1998**).

Pour résumer ce chapitre, nous pouvons dire que les céréales présentent une analogie de composition chimique. Ce sont des aliments énergétiques grâce à leur importante teneur en glucides. Toutefois, le maïs demeure la céréale la plus énergétique avec plus de 60 % de glucides. Dans l'ensemble, les céréales sont carencées en minéraux et en vitamines. Par ailleurs, elles constituent l'aliment de base des oiseaux chez lesquels, elles couvrent en grande partie les besoins énergétiques.

2.2. DIGESTION ET BESOINS ALIMENTAIRES DES POULETS DE CHAIR

2.2.1. Rappels anatomo-physiologiques de la digestion chez les volailles

Anatomiquement, l'appareil digestif des oiseaux est constitué par : un bec, une cavité buccale dépourvue de dents, un œsophage, un jabot, un estomac sécrétoire (proventricule), un estomac musculaire (gésier), et l'intestin (intestin grêle : duodénum, jéjunum, iléon ; gros intestins : caeca, côlon, rectum) débouchant dans le cloaque (figure1). Il comprend bien sûr toutes les glandes annexes : le foie et le pancréas (**VILLATE, 2001**).

C'est cette barrière digestive que le bol alimentaire doit franchir avant de parvenir aux cellules, après action de différentes enzymes, sous formes assimilables.

Dans le processus de la digestion, le bec ne joue qu'un rôle de préhension des aliments. Ces derniers sont déglutis avec le concours de la salive riche en mucus. Après un bref passage dans l'œsophage, le bol alimentaire arrive dans le jabot. Celui-ci assure le rôle de stockage, de ramollissement des aliments sous l'action du liquide salivaire, des sécrétions œsophagiennes (**KOLB, 1975**). Selon le même auteur la sécrétion du jabot est riche en mucus et contient très peu d'enzymes.

Dans le proventricule, les aliments restent peu de temps où ils subissent l'action du suc gastrique alors que le gésier assure un rôle de broyeur. C'est à ce niveau que les aliments déglutis sont broyés, concassés avant de passer dans l'intestin grêle. 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 indigesta. L'intestin grêle est le lieu de dégradation des aliments qui subissent l'action du suc pancréatique et du suc intestinal. Cette dégradation des aliments est achevée dans les caeca 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 IX** résume la localisation et l'effet des différentes enzymes participant à la digestion des aliments chez les volailles.

Tableau IX : 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 Chymotrypsine Carboxypeptidase Amylase Lipase	Protéines Polypeptides Protéines Polypeptides Peptides Amidon Amidon Triglycérides	
Intestin	Suc intestinal	Maltase Saccharase α -dextrinase aminopeptidase dipeptidase	Maltose Saccharose α -a-dextrine peptide dipeptide	Glucose Monosaccharide Glucose Acides aminés Acides aminés

Source : SCHWARZ et al. (1987)

2.2.2. Besoins nutritionnels des poulets de chair

La connaissance des besoins alimentaires des oiseaux est à la base de l'alimentation rationnelle des poulets de chair.

Selon **DIOP (1982)**, le besoin alimentaire d'un animal en un nutriment donné, est la quantité optimale de ce nutriment qui assure, lorsque tous les facteurs nutritionnels sont fournis en quantité suffisante, une croissance normale et empêche en même temps l'apparition de tous symptômes de carences alimentaires.

L'étude de l'alimentation des volailles a connu un grand essor ces dernières années. Cela a permis de connaître avec plus de précision les besoins du poulet de chair en différents nutriments (eau, glucides, lipides, protéines, acides aminés, vitamines et oligoéléments), surtout dans les pays du Nord.

L'alimentation de la volaille doit donc lui permettre d'assurer ses besoins d'entretien et de production et lui apporter en proportions convenables les différents nutriments qui lui sont indispensables.

2.2.2.1. Besoins en eau

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

La réduction de la prise alimentaire et de la croissance ainsi engendrée est proportionnelle au degré de la réduction hydrique ; cela a été démontré par **FERRANDO (1969)** qui trouve qu'une restriction d'eau de 50 % de la consommation *ad libitum*, fait baisser la prise alimentaire de 75 g/jour à 11 g/jour chez le poulet de chair. La surconsommation d'eau peut être causée par une augmentation de température, une teneur en sel de l'eau ou de l'aliment trop élevée (**ISA, 1985**) ou être consécutive à un début de diarrhée. De même, la teneur en protéines de l'aliment modifie l'ingestion d'eau (**LARBIER et LECLERCQ, 1992**).

En 1976, SCOTT rapportait que les aliments riches en protéines conduisent à une légère surconsommation d'eau qui s'expliquerait par les mécanismes de digestion protéique et d'excrétion rénale d'acide urique. En effet, les oiseaux ont la particularité physiologique de résorber l'eau des urines lorsqu'ils n'en disposent pas en abondance pour leur abreuvement. Cette eau remonte le long du côlon, provoquant la précipitation de l'acide urique sous forme d'urates (LARBIER et LECLERCQ, 1992).

En général, les volailles consommeraient environ deux fois plus d'eau que d'aliments, comme mentionnés dans le **Tableau X**.

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

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

Source : QUEMENEUR (1988)

2.2.2..2. Besoins en énergie

Les oiseaux, comme les mammifères, sont des homéothermes, ce qui signifie qu'ils sont capables de maintenir leur température interne quasi-constante et pour cela les pertes de chaleur doivent être égales à la quantité de chaleur produite (GERAERT, 1991). La capacité des oiseaux à éliminer la chaleur par évaporation est limitée. Or l'ingestion et l'utilisation métabolique de l'aliment entraînent une forte production de calories. Aussi, à moins que le métabolisme basal soit réduit par acclimatation ou adaptation génétique ou que la tolérance à l'hyperthermie soit

améliorée, la production de chaleur est diminuée par la réduction de l'ingéré alimentaire pour permettre le maintien de l'homéothermie (**GERAERT, 1991**).

Selon **ANSELME (1987)**, les besoins énergétiques des poulets sont compris entre 3000 et 3200 kcal/kg avec un minimum de 3100 au démarrage et 3000 kcal en finition. Cependant, l'énergie consommée par les souches légères est plus importante que celle des souches mi- lourdes (**IEMVT, 1991**).

Les besoins énergétiques des animaux se distinguent en énergie d'entretien et de production (**LARBIER et LECLERCQ, 1992**). Ces auteurs définissent la première comme, ce qui est nécessaire au strict maintien de l'homéostasie de l'animal et de l'équilibre énergétique. Autrement dit, elle comprend le métabolisme de base, la thermogénèse adaptative (adaptation au froid, thermorégulation en hyperthermie, thermogénèse alimentaire) et l'activité physique. La seconde correspond chez les poulets de chair aux besoins de croissance (**figure 2**). Cependant, ces besoins 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 climat chaud. 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.

Les apports recommandés en énergie et protéines de certaines souches (légères et semi-lourdes) de poulets de chair sont consignés dans **le tableau XI**.

Tableau XI : Apports recommandés en énergie et en protéines

Consommation journalière (g)	Souches légères			Souches mi-lourdes	
	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)

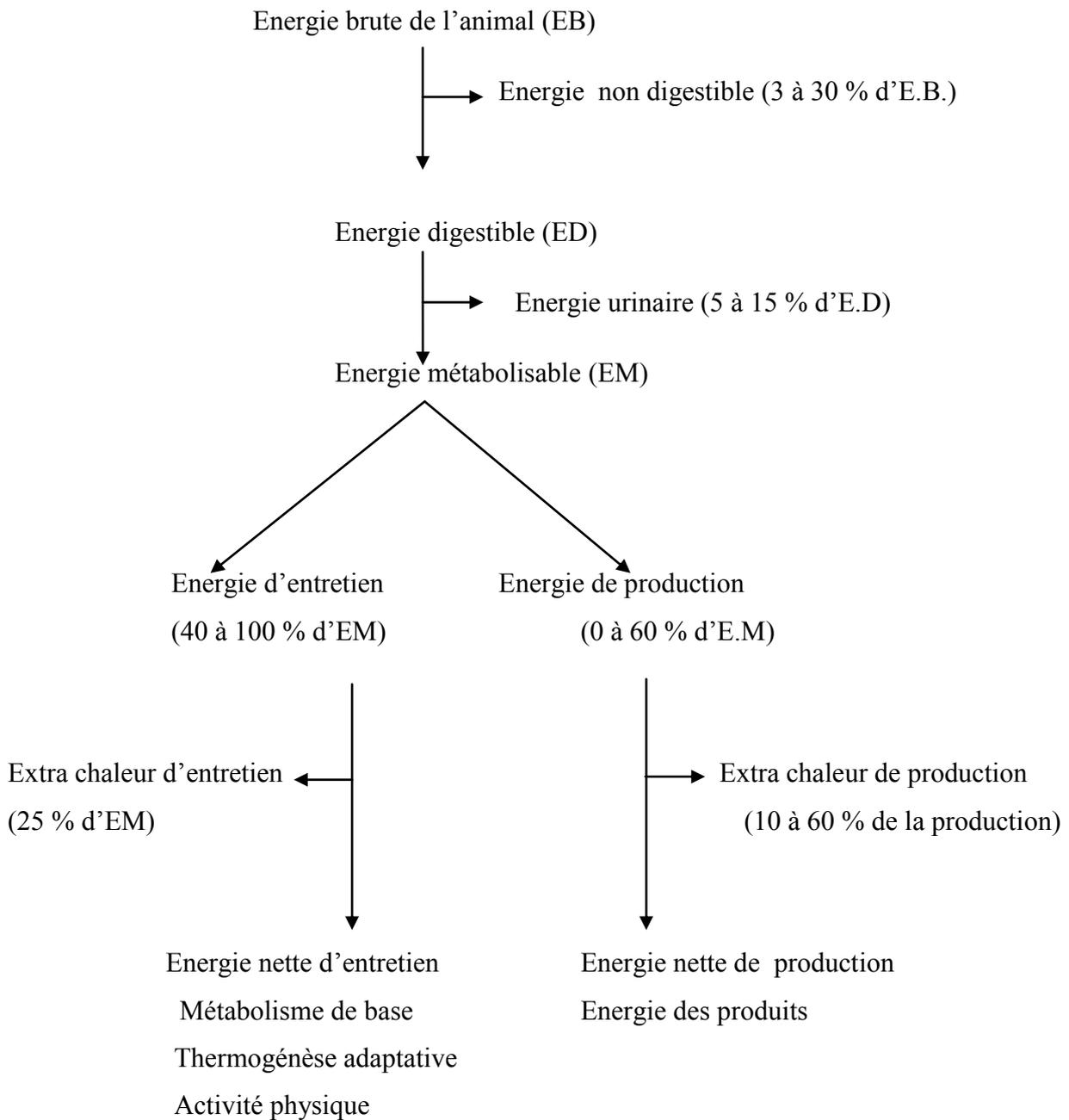


Figure 1: Schéma de la répartition de l'énergie chez l'oiseau (valeurs moyennes)

Source : LARBIER et LECLERCQ, 1992

2.2.2.3. Besoins en protéines et en acides aminés indispensables

Les protéines sont les principaux constituants de la viande des poulets de chair. Elles sont constituées par l'enchaînement d'acides aminés qui sont utilisés par les volailles pour la reconstruction de nouvelles protéines servant soit à fabriquer des muscles (poulets de chair), soit à fabriquer des œufs (pondeuse). Les acides aminés ne servant pas aux productions de muscle ou d'œufs sont utilisés pour produire de l'énergie soit excrétés sous forme d'urates.

Pour produire la viande, le poulet a besoin de certains acides aminés apportés par l'aliment en quantité bien définie. Les acides aminés apportés ne correspondant pas forcément aux besoins de production, le poulet les transforme pour reconstituer ceux dont il a besoin. Mais certains acides aminés ne peuvent être fabriqués par le poulet qu'à partir des apports alimentaires, ce sont les « acides aminés limitant » ou « essentiels ». Ils doivent être obligatoirement apportés tels quels dans l'alimentation pour une croissance normale des poulets. Il s'agit principalement de la lysine et de la méthionine. La méthionine et la lysine sont des acides aminés limitants du fait qu'ils sont souvent déficitaires dans les matières alimentaires, voire dans la ration (**FRANCK, 1980 ; LACHAPELLE, 1995**). La quantité quotidienne de méthionine et de lysine ingérée influence directement les performances de croissance de l'animal dans la mesure où ces acides aminés servent principalement au dépôt de protéines corporelles. Ainsi, ajuster leur concentration dans l'aliment en fonction du potentiel de croissance des animaux et de leur capacité d'ingestion permet d'optimiser la croissance mais également l'efficacité alimentaire. Selon **DAYON et ARBELOT (1997)**, les apports recommandés pour ces acides aminés varient de 1,15 à 1,3 g/100 g et 0,65 à 0,75g/100 g d'aliment respectivement pour la lysine et la méthionine (**tableau X**). Selon **PICARD et al. (1993)**, 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**). 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 (PICARD et al, 1993). Les besoins en protéines et acides aminés essentiels sont consignés dans le **Tableau XII**.

**Tableau XII : Besoin du poulet de chair en protéines et acides aminés essentiels
(% dans l'aliment)**

Age en jour	Protéines (g)	Lysine (g)	Méthionine (g)
1 à 15 jours	22	1,3	0,75
16 à 30 jours	21,5	1,2	0,70
31 jours à l'abattage	20	1,15	0,65

Source : DAYON et ARBELOT (1997)

2.2.2.4. Besoins en minéraux

Les apports recommandés de certains minéraux sont consignés dans le **tableau XIII**.

Bien qu'ils soient présents en proportion faible dans les aliments, ils sont indispensables car leur carence entraîne des troubles graves et retarde la croissance des poulets de chair.

Parmi les minéraux, le phosphore et le calcium constituent les plus importants et jouent un rôle essentiel dans l'équilibre humoral comme dans la formation du squelette et de la coquille (FERRANDO, 1969). Les besoins de la volaille en phosphore et en calcium dépendent de la qualité de la vitamine D et vice versa. Dans une moindre mesure, l'apport en manganèse peut également affecter l'assimilation du calcium et du phosphore (SMITH, 1992).

MABALO (1993) travaillant sur les poulets de chair en milieu sahélien, trouve que le rapport calcium/phosphore le plus favorable à une bonne rétention osseuse des deux éléments semble se situer entre 2 et 3. 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 co-transporteur 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**).

Quand aux oligo-éléments, ils participent à la croissance et à l'ossification des poulets de chair. En effet, une carence en magnésium ralentit la croissance des poulets de chair et entrave l'ossification.

Selon **CHICCO et al.** cités par **FERRANDO (1969)**, un apport de 0,4 % de magnésium contenant 0,045 % de calcium provoque l'augmentation du gain de poids et améliore la minéralisation du squelette. A partir de 0,6 % de magnésium les effets sont contraires.

Le fer, le cobalt, le cuivre sont indispensables pour la formation de l'hémoglobine. Le manganèse intervient dans le métabolisme du calcium. Un régime pauvre en manganèse entraîne des cas de pérosis chez les poulets de chair. Une alimentation pauvre en zinc provoque des retards de croissance et des démarches dites d'oies.

Tableau XIII : Apports recommandés en minéraux chez le poulet

Apports	Démarrage	Croissance	Finition
Zinc (g/100 kg d'aliment)	4	4	2
Cuivre (g/100 kg d'aliment)	0,3	0,3	0,2
Fer (g/100 kg d'aliment)	4	4	2
Manganèse (g/100 kg d'aliment)	7	7	6
Iode (g/100 kg d'aliment)	0,1	0,1	0,1
Cobalt (g/100 kg d'aliment)	0,02	0,02	0,02
Sélénium (g/100 kg d'aliment)	0,02	0,02	0,02
Calcium (%)	1,05	0,95	0,85
Phosphore (%)	0,44	0,40	0,32
Sodium (%)	0,17	0,17	0,17
Chlore (%)	0,15	0,15	0,15

Source : INRA (1979)

2.2.2.5. Besoins en vitamines

Les vitamines jouent un rôle essentiel dans les systèmes enzymatiques et dans la résistance naturelle des volailles. Actuellement, les aliments commerciaux composés sont complétés par des vitamines (prémix) dont leurs compositions sont prévues pour pallier à toutes les carences (**Tableau XIV**). A moins d'un stockage défectueux ou d'une erreur au moment de l'incorporation, il est rare d'avoir des problèmes en élevage. Selon **AUSTIC et YOUSSEF (1982)**, cités par **NGA (2009)**, les hautes températures entraînent une augmentation du besoin en vitamine A.

Tableau XIV : 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 un antioxydant pour protéger les vitamines contre toutes oxydations extérieures

Vitamines		0 à 4 semaines	5 à 8 semaines
A	UI/kg	12000	10000
D3	UI/kg	2000	1500
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)

Ppm : part par million ; UI : unité internationale

CHAPITRE III : STRATEGIES NUTRITIONNELLES ET EFFETS DE LA TAILLE PARTICULAIRE SUR LES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES DES POULETS DE CHAIR

3.1. STRATEGIES NUTRITIONNELLES CHEZ LES POULETS DE CHAIR

Il y a 50 ans, les poulets consommaient des graines de céréales entières dans les basses-cours. Actuellement, les aliments ou matières premières de façon rationnelle sont broyés, mélangés pour obtenir un aliment complet unique granulé ou farineux distribué *ad libitum* aux oiseaux. Mais, ce mode d'alimentation pose des problèmes technico-économiques sérieux dans les pays à climat chaud et rend l'éleveur dépendant des industries. En effet, des nouvelles stratégies d'alimentation doivent être raisonnées pour prendre en compte le coût des matières premières, et agir notamment au niveau de l'aliment, premier poste de charges pour un atelier avicole.

3.1.1. Alimentation complète classique

3.1.1.1. Alimentation complète classique en farine distribuée *ad libitum* en élevage des poulets de chair en zone tropicale

En alimentation complète classique, les volailles reçoivent successivement différents aliments adaptés en taille à leur stade physiologique. Les céréales (blé, maïs) représentent la famille de matières premières majoritairement utilisée (60 à 80 % de la ration). Il s'agit d'homogénéiser la prise alimentaire avec des aliments le plus souvent présentés sous forme de granulés, ce qui laisse alors peu de place au choix alimentaire. Selon **LARBIER (1991)**, les reproductrices nourries *ad libitum* consomment bien au-delà de leur strict besoin du fait de leur tendance très marquée à l'obésité. Les conséquences économiques sont évidentes et les effets sur les performances peuvent être catastrophiques.

3.1.1.2. Limites de l'alimentation complète classique

Le poulet est très sensible à la température ambiante qui est susceptible de modifier à la fois sa vitesse de croissance, sa consommation alimentaire et son engraissement. **FULLER et DALE (1979)** cités par **LOUL (1998)** ont étudié l'influence de la température ambiante sur la croissance des poulets placés en environnement froid ou chaud avec variation cyclique de température : 15 °C-24 °C et 24 °C-35 °C. Il apparaît clairement une large part de chute des performances de croissance en conditions chaudes, liée à la chaleur et indépendante de l'ingestion alimentaire. Dans ces conditions, la distribution *ad libitum* d'un régime complet laisse peu d'espoir de pouvoir compenser les effets négatifs de la chaleur sur les performances par des ajustements de sa composition. Les possibilités de réduction du taux énergétique sont certainement limitées chez le poulet de chair (**PICARD, 1990**). Le développement des rations diluées nécessite un effort technologique sérieux au niveau des usines, une meilleure évaluation des matières premières ainsi qu'une étude économique locale tenant compte des coûts en devises.

Ainsi, plusieurs auteurs avaient procédé à d'importantes modifications de la composition alimentaire. Ces modifications consistaient généralement à augmenter la densité nutritionnelle de la ration notamment sa teneur en protéines et/ ou acides aminés essentiels (**BUSHMAN, 1974**) ou à remplacer une partie des glucides de l'alimentation par de la matière grasse afin d'abaisser la production d'extra-chaleur chez l'animal (**DAGHIR, 1985**). Cependant, l'utilisation de régimes riches en protéines ne semble pas empêcher une dépression de la croissance du poulet de chair en climat chaud (**PICARD, 1985**). De même, l'inclusion des matières grasses dans les rations n'a pas toujours donné des résultats concluants (**SMITH, 1990**). Il apparaît donc difficile d'améliorer le gain de poids et surtout le gain de masse maigre chez le poulet de chair élevé au chaud, par la seule modification de la composition alimentaire (**PICARD, 1990**). Les résultats très décevants enregistrés en manipulant la concentration et/ou la composition des régimes complets destinés aux volailles en

climat chaud ont conduit à tester d'autres technologies. D'où la nécessité de sortir du concept classique d'aliment *ad libitum* au profit des stratégies nouvelles prenant en compte les choix et les rythmes de consommation alimentaire des animaux.

Dans cette perspective, les méthodes d'alimentation séparée ou discontinuée pourraient constituer des alternatives intéressantes.

3.1.2. Alimentation séquentielle chez les poulets de chair

L'alimentation séquentielle consiste à distribuer aux oiseaux des céréales et un aliment complémentaire par des séquences alternées dans le temps. Les séquences peuvent être d'égale durée ou non. Cette technique permet l'équilibre du régime alimentaire, en contrôlant le temps d'accès de chacun des aliments proposés. En effet, plus le cycle de distribution est élevé moins l'animal consomme et par conséquent sa croissance diminue.

GOUS et DU PREEZ (1975), étudiant l'alternance de distribution de deux aliments de teneurs différentes en acides aminés, contenant comme source de protéines, de la farine de poisson pour l'un et du tourteau de tournesol pour l'autre, montrent qu'avec des cycles de 12 h, les poulets ont été capables d'ajuster leur ingestion de manière à recevoir un apport équilibré en acides aminés, et ont eu une croissance identique à celle des animaux témoins recevant un aliment en continu et présentant des teneurs en acides aminés intermédiaires.

En revanche, avec des cycles de 24 h, les poulets ont eu une croissance plus faible, bien que leur niveau d'ingestion ait été maintenu. Avec des cycles de 48 h, **ROSEBROUGH et al. (1989)** cités par **KONE (2011)**, ont nourri des poulets âgés de 7 à 28 jours, avec des aliments riches (30 %) et pauvres (12 %) en protéines et ont observé une baisse de l'ingéré et de la croissance. Avec des cycles encore plus longs (4 jours), **RYS et KORELESKI (1980)** observent qu'une distribution alternée d'aliments variant par leur teneur en protéines (25 et 15 %), réduit la croissance sans affecter la consommation.

3.1.2.1. Avantages de l'alimentation séquentielle

L'alimentation séquentielle donne chez les poulets des performances de production comparables à celles obtenues avec l'aliment complet (**MURTALA et al., 2009**) cités par **KONE (2011)**. Ces auteurs ont montré qu'en alimentation séquentielle, la production d'œufs et la qualité du jaune d'œufs restent identiques en comparaison avec les témoins (aliment complet) alors que les poules ont une consommation moindre. Ceci entraîne une amélioration nette de l'indice de consommation chez les animaux en comparaison aux témoins (-11 %).

Chez les poulets de chair, **ROSE et al.(1995)** ont montré qu'avec des séquences d'égales durées pour les aliments complets type démarrage (8 heures), et un aliment formulé à partir d'un aliment complet duquel on a ôté la moitié du blé (30 % de protéines, 3 060 kcal/kg), les poulets consomment, entre 28 et 49 jours d'âge, 44 % de leur ration sous forme de céréales entières.

L'alimentation séquentielle offre en outre un avantage crucial dans l'élevage en pays tropicaux. En effet, elle permet de réduire les mortalités liées au coup de chaleur chez les poulets. **ANGULO (1986)** au VENEZUELA montre qu'on peut supprimer la mortalité par hyperthermie en supprimant l'aliment aux poulets de chair après la cinquième semaine de vie de 9 h (trois heures avant le pic thermique quotidien) à 18 h.

Ce résultat pratique est en accord avec les données publiées par **FRANCIS et al. (1991)** relatives à des poulets de 33 jours placés en stress thermique aigu (35-40 °C) quotidien pendant 4 h par jour.

Selon le même auteur, la suppression de la lumière ou de l'aliment deux heures avant le stress induit une réduction significative de l'augmentation de la température rectale. Par contre, les variantes nutritionnelles majeures expérimentées (teneurs du régime en protéines, lipides, glucides, et énergie) n'affectent pas significativement la variation de la température rectale.

Enfin, cette technique est assez simple dans sa mise en œuvre pratique puisque les mêmes installations de distribution alimentaire qu'avec un régime complet sont utilisées. Elle nécessite comme les autres un silo supplémentaire pour les céréales. Un système d'inversion de distribution des deux aliments programmés par une minuterie s'ajoute par rapport au matériel nécessaire en alimentation séparée.

3.1.2.2. Inconvénients de l'alimentation séquentielle

L'un des problèmes majeurs que pose cette méthode est la détermination des séquences de temps exactes qui séparent deux repas. En effet, si les séquences sont trop courtes, le poulet peut exprimer un rejet de la céréale et jeûner jusqu'à la séquence « aliment complémentaire » qui suit (NOIROT et al., 1998). Des séquences supérieures à 12 h peuvent mettre l'animal en situation de carence nutritionnelle. Par ailleurs, compte tenu du jour tropical de 12 heures, le temps d'accès à l'aliment est trop court et la vitesse de croissance est freinée d'environ 3 jours (PICARD et al., 1993).

En outre, la distribution de l'aliment le soir se faisant de manière manuelle, mangeoire après mangeoire, les animaux s'entassent sur les premières mangeoires servies. Enfin, cette technique doit être ajustée avec le programme lumineux de chaque élevage.

3.1.3. Alimentation séparée chez le poulet de chair

La méthode d'alimentation séparée consiste à offrir en libre choix différentes fractions d'une ration. L'utilisation des grains entiers de céréales plus un complément protéique dans un système d'alimentation séparée semble constituer une alternative intéressante en milieu tropical. Elle améliore de manière significative la productivité des volailles soumises à un stress thermique (GERAERT, 1991). Elle donne aux animaux la possibilité de réguler leur ingéré protéique, indépendamment de l'ingestion d'énergie et de l'adapter à leur niveau de production ainsi qu'aux conditions climatiques du milieu (COWAN et MICHIE, 1977).

YO et al. (1994) trouvent que chez les poulets de chair, le mode d'alimentation séparée est apte à assurer un gain de poids supérieur de 4 à 7 % par rapport à la croissance obtenue avec un aliment complet présenté en farine ou en granulé.

3.1.3.1. Avantages de l'alimentation séparée chez le poulet de chair

En termes de performance de croissance, de qualité de carcasse et de niveau de consommation de la céréale entière, les résultats obtenus avec l'alimentation séparée sont très variables. En effet, dans des conditions expérimentales diverses (climat, type de céréale, composition de l'aliment complémentaire, âge à l'introduction de la céréale), des résultats encourageants sont obtenus par exemple, avec du blé entier entre 18 et 46 jours et un programme lumineux alterné avec une heure d'éclairage toutes les quatre heures (**ROSE et LAMBIE, 1986**), du sorgho entier à partir de 10 jours (**MASTIKA et CUMMING, 1987**), du blé entier entre 7 et 49 jours (**LEESON et CASTON, 1993**) ou, enfin, du maïs, en farine jusqu'à 21 jours, puis entier jusqu'à 56 jours en climat chaud (**YO et al., 1994**). Dans ces exemples, les vitesses de croissance sont semblables à celles obtenues avec un aliment complet. Mais d'autres auteurs ont rapporté des échecs de l'alimentation séparée : par exemple le poids vif à 42 jours est inférieur de 5 à 7 % à celui des poulets recevant un aliment complet, lorsque les poulets reçoivent du blé entier entre 14 et 42 jours et un aliment complémentaire titrant 30 % de protéines brutes (**SCHOLTYSSSEK et al., 1983**), ou un mélange de sorgho et de blé entiers entre 21 et 42 jours, avec un aliment complémentaire à 40 % de protéines brutes (**MUNT et al., 1995**).

En alimentation séparée, la consommation de céréales varie selon les teneurs en protéines et en énergie de l'aliment complémentaire. En effet, plus l'aliment complémentaire est riche en azote et pauvre en énergie par rapport à la céréale, plus la proportion de céréale entière consommée est élevée. Ainsi, avec des teneurs de 40 à 50 % de protéines brutes dans l'aliment complémentaire, des niveaux de consommation de céréale de l'ordre de 60 à 70 % du régime global avec du blé entier (**COWAN et MITCHIE, 1978**), du sorgho entier (**MASTIKA et CUMMING,**

1987), ou du maïs sous forme de farine puis entier (YO et al., 1994) ont été observés. En revanche, lorsque la teneur en protéines brutes de l'aliment complémentaire est plus faible (22%), et sa teneur en énergie métabolisable proche de celle de la céréale (3 050 kcal/kg), la consommation de blé entier ou de maïs concassé atteint seulement 30% en moyenne chez des poulets de 7 à 49 jours d'âge (LEESON et CASTON, 1993).

Outre les performances zootechniques, l'alimentation séparée offre des intérêts économiques et socio-pathologiques. En effet, sur le plan économique, elle contribue à la réduction des achats d'aliments composés, les coûts de transport et de transformation. Ainsi, les céréales comme matières premières les plus énergétiques, peuvent être directement incorporées dans l'alimentation animale limitant alors les dépenses (MALIBOUNGOU et al., 1988) cité par ALLANONTO (2011). Toutefois, son intérêt dépendra des coûts du complément et du prix de vente de la céréale utilisée (YO et al., 1994).

Selon les mêmes auteurs, cette technique permet de moderniser et de vulgariser l'élevage des poulets de chair avec succès en zone rurale. Ce qui permettra d'augmenter les productions nationales et de diminuer la dépendance des pays pauvres vis à vis des pays riches tout en diminuant le déficit de la balance des pays sous développés. Sur le plan macro-économique, elle permettra de diminuer les dépenses d'investissement et d'exploitation des infrastructures de fabrication des provendes.

Sur le plan sociopolitique, l'alimentation séparée trouve sa place dans la volonté affirmée par les pays en voie de développement d'atteindre l'autosuffisance alimentaire qui ne peut avoir lieu sans celle de l'animal qui reste notre première source de protéines. La technique d'alimentation séparée à travers sa vulgarisation en zone rurale permettra de lutter contre la malnutrition et la pauvreté.

L'utilisation des graines entières permet d'éviter les contaminations dues aux stockages des produits des provendes.

3.1.3.2. Inconvénients de l'alimentation séparée chez le poulet de chair

Le principal problème rencontré est celui du rapport protéines/énergie du régime effectivement ingéré par le poulet. Il peut être différent de celui d'un aliment complet et ne pas permettre d'obtenir les mêmes performances de croissance et /ou des qualités de carcasse comparables. Par exemple, dans le cas où une part importante de maïs concassé est consommée entre 1 et 42 jours (73 %, avec un concentré 44 % de protéines brutes), une consommation protéique inférieure de 15 % à celle du témoin recevant un aliment complet est constaté, les consommations d'énergie étant comparables. L'efficacité alimentaire, protéique ou énergétique n'est dans ce cas pas affectée par la technique du choix alimentaire, mais la vitesse de croissance des poulets est réduite de 10 % (YO et al., 1997). Dans d'autres cas, les performances de croissance ne sont pas différentes de celles du témoin, mais une surconsommation énergétique et une sous-consommation protéique entraînent une augmentation de la teneur en gras abdominal de la carcasse et une diminution des rendements en filets (LEESON et CASTON 1993). Un déficit de 20 g de protéines pour 2 390 kcal d'énergie métabolisable est responsable d'une augmentation d'un point de gras abdominal par rapport au poids de carcasse (SCHOLTYSSSEK et al., 1983).

Un autre inconvénient de cette technique est la préférence artificielle du poulet à l'un des deux types d'aliment puisque la sélection se fait dans l'espace. Un rapport « espace occupé par la céréale entière : espace occupé par le concentré » variable (2:1, 1:1, 1:2) ne semble pas avoir beaucoup d'influence sur la proportion de chacun des deux aliments sélectionnée par des poulets de chair entre 21 et 49 jours d'âge (ROSE et LAMBIE, 1986). Il semble cependant que la localisation des aliments soit un élément d'identification pour le poulet. Si on inverse la position des mangeoires après 3 semaines d'adaptation à un régime basé sur le choix alimentaire, la corrélation entre la quantité ingérée dans l'ancienne position la semaine précédant le changement et celle consommée dans la nouvelle position est de 0,9 le septième jour après l'inversion des positions (ROSE et KYRIASAKIS, 1991).

3.1.4. Alimentation mélangée chez les poulets de chair

Dans ce mode d'alimentation, les deux aliments sont présentés simultanément dans la même mangeoire permettant de contrôler en partie la sélection alimentaire avec des proportions de céréales selon l'âge du poulet. Le poulet reste libre de sélectionner les particules dans le mélange. C'est une technique qui a été abordée par plusieurs auteurs utilisant, soit du blé entier, soit un aliment complet traditionnel (**LEESON et CASTON, 1993 ; COVASSA et FORBES, 1994**), soit un aliment complémentaire plus riche en protéines (**ROSE et al., 1995**). L'aliment complémentaire peut être un aliment complet de démarrage, dilué progressivement avec du blé, ce qui permet une incorporation moyenne de 15 % de céréales entières pour des poulets de 2 kg à l'abattage (**LE DOUARIN, 1997**). Si un aliment complémentaire riche en protéines est utilisé, le blé peut être incorporé jusqu'à 30 % en moyenne (**MONTJOIE, 1995 ; GERARD, 1997**).

L'alimentation mélangée, pratiquée avec succès depuis les années 97 en Europe du Nord, dans presque 10 % des élevages (**FILMER, 1996 ; LE DOUARIN, 1997**), offre certains avantages et inconvénients.

3.1.4.1. Avantages de l'alimentation mélangée

Le mélange céréale entière et l'aliment complémentaire conduisent aux mêmes performances de croissance qu'un aliment complet unique. En effet, selon **ROSE et al. (1995)**, les poulets recevant un mélange de blé entier et un aliment complémentaire titrant 30 % de protéines brutes et 3060 kcal/kg entre 24 et 45 jours d'âge, avec un taux d'incorporation de blé croissant de 40 à 60 %, ont présenté les mêmes gains de poids et indice de consommation que ceux recevant un aliment complet au cours de la même période. **CHEVALIER et al. (2007)** rapportent chez les canards de Barbarie élevés en filière longue, qu'il est possible d'incorporer des céréales en mélange à un aliment complémentaire sans dégradation des performances techniques et sans impact sur le comportement alimentaire. Néanmoins, **BLAIR et al. (1973)** et **SCOTT et MCCANN (2005)** ont constaté l'effet contraire. Le poulet de

chair adapte son comportement alimentaire à la présentation de l'aliment. Ainsi, en fonction de la présentation de l'aliment, le temps qu'il passe à le manger est variable. **VILARINO et al. (1996)** ont montré que le temps passé à manger est plus élevé avec un aliment présenté en farine qu'en granulé, et ce d'autant plus que l'aliment est dilué.

Le second niveau d'importance de cette méthode, c'est qu'elle permet de contrôler la composition de l'ingéré global, et de la moduler en fonction de l'âge des poulets et des performances de croissance. En effet, **COVASA et FORBES (1994)**, montrent que le contenu protéique des aliments offerts en mélange à des poulets de chair entre 0 et 49 jours (2 à 34 % de blé incorporé dans un aliment complet) correspond bien à la quantité de protéines consommée au cours de la période. Aussi, au Pays Bas et en Belgique par exemple, où les proportions de céréales entières et d'aliment complémentaire sont gérées par un système informatique, l'évolution des proportions des aliments est programmé en fonction de l'âge des poulets. L'addition du blé entier se fait à partir de 8 à 15 jours d'âge, avec une incorporation variant entre 10 et 40 à 50 % du régime global, en fonction de l'âge et de la formulation de l'aliment complémentaire (**MONTJOIE, 1995 ; LE DOUARIN, 1997**).

Enfin, comme l'alimentation séparée, l'alimentation mélangée contribue à l'amélioration de la marge Poussin-Aliment des éleveurs avec l'incorporation de céréales. Toutefois, l'approche économique doit être plus globale à l'échelle de la filière et tenir compte des spécificités d'élevage, des conséquences économiques pour les acteurs de la filière et du marché des matières premières au moment de la prise de décision (**CHEVALIER et al., 2007**). Néanmoins, l'alimentation mélangée n'est pas sans inconvénient chez les poulets.

3.1.4.2. Inconvénients de l'alimentation mélangée chez le poulet de chair

L'inconvénient majeur de cette méthode est le tri particulière que peuvent opérer les oiseaux, variable d'un individu à un autre. **PICARD et al. (2000)** ont montré que, quelle que soit la composition en matières premières de l'aliment, la

préférence pour les particules de grande taille est conservée chez des poussins âgés déjà de 10 jours. Dans la mangeoire (mélange céréale et aliment complémentaire), les poulets auraient tendance à consommer les céréales en premier **(ROBINSON, 1985)**. La quantité de grosses particules consommées est proportionnelle à leurs fréquences dans l'aliment. D'autres auteurs rapportent que les volailles ne sont en effet pas particulièrement friandes de particules fines et la présentation de l'aliment peut devenir un facteur limitant de la performance. Ainsi, même avec un aliment présenté sous forme de farine, les volailles sélectionnent leur prise alimentaire en fonction de la taille relative des particules au bec, quelle que soit la composition du régime **(PORTELLA et al., 1988 ; NIR et al., 1994 ; WAUTERS et al., 1997)**. Ces préférences peuvent induire un tri particulière néfaste à l'ingestion d'une ration équilibrée pour tous les animaux.

Il semble aussi que cette technique soit coûteuse à cause des équipements de mélange. Dans les grandes exploitations où l'alimentation est gérée par un programme informatique automatique, le coût d'acquisition de ces matériels de mélange et d'informatisation se révèle trop élevé **(FILMER, 1991 ; LE DOUARIN, 1997)**.

3.2. EFFETS DE LA TAILLE PARTICULAIRE SUR LES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES DES POULETS DE CHAIR

3.2.1. Caractéristiques granulométriques d'un aliment chez le poulet

L'amélioration de la productivité des élevages avicoles a souvent conduit à utiliser des aliments complets granulés. Cette granulation a permis d'améliorer de façon substantielle les performances du poulet de chair : +25 % pour le poids vif, +15 % pour l'ingéré alimentaire et -10 % pour l'indice de consommation **CALET 1965** cité par **NGA (2009) ; HUSSAR et ROBBLEE, 1962**. De telles améliorations ne sont plus cependant d'actualité avec les techniques actuelles d'élevage **(PLAVNIK et al., 1997)** mais restent encore conséquentes. Ces améliorations

diminuent lorsque le niveau énergétique de la ration s'accroît. La granulation permet aussi d'inactiver certains facteurs antinutritionnels thermolabiles, certains germes pathogènes et des toxines présents dans les aliments (**MCNAUGHTON et RECCE, 1984**). Cependant, l'aliment qu'il soit farineux ou granulé, ce sont les hommes qui les fabriquent et les volailles qui les mangent utilisent leurs capacités sensorielles spécifiques. La vitesse de consommation et les capacités d'adaptation à un changement d'aliment dépendent en grande partie de ses caractéristiques granulométriques. Cependant, mieux connaître le comportement alimentaire des volailles devrait permettre d'optimiser les caractéristiques physiques des aliments qui leur sont distribués.

3.2.1.1. Comportement alimentaire du poulet

3.2.1.1.1. Vitesse et rythme d'ingestion chez le poulet

La vitesse et les rythmes de consommation peuvent être mesurés de plusieurs manières. La notion de repas est discutable car les volailles nourries *ad libitum* font de très nombreux accès de taille et de durée très variables à l'aliment. La variabilité inter-individuelle de ces mesures est considérable et la définition même d'un "repas" repose sur des hypothèses de durée minimale d'un intervalle pour distinguer les arrêts inter- des arrêts intra-repas qui dépendent du matériel utilisé et sont souvent issues de généralisations abusives (**PICARD et al., 1997**). Si le coup de bec est pris comme mesure de l'activité alimentaire, la durée réelle d'un coup de bec est relativement brève (130 à 170 ms, **HUTCHINSON et TAYLOR, 1962** ; **YO et al., 1997**) et deux coups de bec successifs sont séparés d'une phase d'observation, avec ou sans mandibulation, qui est deux à trois fois plus longue. La majorité des coups de bec ne vise pas à prendre mais à toucher une particule alimentaire. La proportion des coups de bec exploratoires ainsi que leur force dépendent du type de particule habituellement consommé (**YO et al., 1997**). Une analyse plus précise de la cinétique du coup de bec chez le pigeon (**BERMEJO et al., 1994**) comme chez les volailles adultes (**HUTCHINSON et TAYLOR, 1962**) montre que le mouvement est

précisément dirigé vers une particule avec une ouverture du bec « programmée » à la taille de celle-ci.

D'une manière plus globale, la vitesse apparente d'ingestion peut être mesurée par le rapport : quantité consommée / temps passé à la mangeoire, le rythme de picorage par : nombre de coups de bec / temps passé à la mangeoire, et l'efficacité du picorage par : quantité consommée / nombre de coups de bec. Les mesures de comportement alimentaire dépendent de l'environnement social pour les volailles (**PICARD et al., 1992**) comme pour les autres espèces (**NIELSEN, 1999**).

L'organisation des accès à la mangeoire (par exemple le nombre de « repas », déjà critiqué plus haut) est nettement dépendante de l'environnement social. Des poulets âgés de trois semaines, en groupes de quatre animaux, font deux à trois fois moins d'accès de durée moyenne plus longue que les mêmes animaux isolés. Dans ces conditions, la consommation totale et le temps passé à manger ne changent pas avec l'environnement social (**PICARD et al., 1992**). Il serait toutefois inexact de faire du comportement alimentaire une mesure indépendante de l'aliment consommé. Le principal effet par exemple de la granulation d'un aliment est de réduire le temps passé par les animaux à le consommer. D'autres facteurs comme le rythme de distribution de l'aliment dans les mangeoires peuvent aussi modifier sensiblement les mesures. La vitesse de consommation, le rythme et l'efficacité de l'ingestion dépendent de l'environnement et des caractéristiques physiques précises du régime. C'est probablement pour cette raison qu'elles sont des mesures utiles pour les producteurs et qu'elles doivent être transcrites avec prudence d'une station de recherche au terrain. Le temps passé par une volaille à manger peut être facilement mesuré par « scan sampling », c'est-à-dire par comptage répété du nombre d'animaux observés à la mangeoire dans un groupe (**PICARD et FAURE, 1997**).

3.2.1.1.2. Choix et préférences des particules

Les volailles choisissent les particules qu'elles consomment, mais elles peuvent progressivement modifier leurs préférences initiales avec l'expérience de l'aliment. En effet, depuis longtemps, les volailles ont su choisir dans leur environnement complexe des particules alimentaires pour équilibrer leur régime sans s'intoxiquer. Ces facultés sont conservées chez les animaux si bien même qu'ils sont confinés par l'homme dans une situation où le choix a peu d'importance. La valeur nutritive et les caractéristiques physiques de l'aliment ont une importance capitale dans le choix des particules. **YO et al. (1997)** ont montré que les poussins âgés déjà de 12 jours, ayant un libre choix entre le maïs et un aliment complémentaire consomment une proportion de 37 % du maïs entier et 27 % du maïs en farine.

L'effort de préhension des particules et /ou le plaisir sensoriel associé au picorage modifient par conséquent nettement le choix nutritionnel des volailles. Lors de transitions alimentaires par exemple, les volailles passent au minimum 3 jours pour que la consommation se stabilise. Ce délai correspond à une phase d'identification et d'adaptation sensorielles pour l'animal.

Dans les conditions d'un aliment unique, la seule possibilité de choix qui demeure est celle des particules dans la mangeoire. La préférence pour les particules de grande taille est connue depuis longtemps. Chez la poule pondeuse, les plus grosses particules de l'aliment sont seules consommées après le passage du chariot et les particules les plus fines sont mangées en dernier, ce qui nécessite des ajustements pratiques pour conduire les poules à consommer tout leur aliment (**ROUSSELLE et RUDEAUX, 1994**). Chez le poulet en croissance, les animaux de 8 et 16 jours consomment d'abord des particules de taille comprise entre 1,18 et 2,36 mm puis, à partir de la troisième semaine, les particules de taille supérieure à 2,36 mm (**PORTELLA et al., 1988**), ce qui correspond à la croissance de leur bec.

La taille et la composition des particules alimentaires offertes ne sont pas seules responsables du choix chez les poulets. La mémoire en constitue dans une certaine mesure un élément déterminant. Elle permet aux volailles de développer des apprentissages orientant les choix alimentaires. Le poussin est capable d'éviter une bille colorée s'il connaissait préalablement cette bille enduite d'une substance amère (ROSE, 1991). Cet apprentissage est plus marqué lorsque la bille présente une combinaison de couleurs (noire et jaune) plutôt qu'une seule couleur (noire ou jaune) (JOHNSTON et BURNE, 2008). Les mêmes constats ont été faits par YO et al. (1997) qu'en face de deux aliments nouveaux de même composition chimique et physique, les poulets consomment d'abord l'aliment qui ressemble à celui qu'ils connaissaient ; puis pendant un délai qui dure de plusieurs heures à plusieurs jours, ils modifient progressivement leurs préférences tout en continuant de consommer une proportion significative de l'aliment non favori.

Le comportement de picorage est un autre exemple du rôle de l'expérience sur des modifications des préférences de base. Des poussins à qui plusieurs types de graines sont proposés, préfèrent tout d'abord le sorgho et 24 h après, des graines plus petites. En revanche, des poussins dont la pointe du bec a été coupée, capables de ce fait d'avaler de plus grosses graines que les autres, maintiennent leur préférence (HAUSBERGER, 1992a). Si les graines sont collées au sol, et ne peuvent donc être avalées, lors d'un second test réalisé 24 h après, la préférence initiale pour le sorgho est reportée vers d'autres graines (millet blanc et japonais) chez les poussins débecqués ou non (HAUSBERGER, 1992b).

3.2.1.2. Effets de la taille particulière sur le processus digestif des poulets de chair

3.2.1.2.1. Effets sur le transit digestif des poulets

Chez les oiseaux, le temps du transit entre les particules ou molécules est variable. L'un des facteurs majeurs de variation étant la taille particulière

(FERRANDO et al., 1987). Les sites digestifs responsables de cette variation entre particules sont essentiellement le gésier et les caeca **(VERGARA et al., 1989)**. 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. Le temps moyen de transit digestif est alors relativement court chez les oiseaux d'élevage (5 à 9 h) comparativement aux mammifères monogastriques (7 à 48 h) **(WARNER, 1981)**, probablement du fait de la faible longueur du côlon des oiseaux (3 à 15 cm).

Concernant les particules les plus petites, on peut considérer qu'elles suivent quasiment la fraction liquide. Le temps de séjour moyen dans le tractus digestif est plus long pour la fraction liquide que pour les particules **(VERGARA et al., 1989)**.

La présence simultanée de particules très fines et grossières peut avoir des effets antagonistes sur la motricité gastrique. En effet, des particules très fines rapidement digestibles devraient théoriquement avoir tendance à inhiber la motricité gastrique, alors que les grosses particules devraient requérir une motricité importante pour leur broyage. En cas de tels antagonismes éventuellement difficiles à gérer, la question se pose de l'apparition éventuelle de désordres digestifs qui pourraient se traduire par une moins bonne régulation des pressions osmotiques entraînant une augmentation des pertes hydriques et une accélération du transit. La taille des particules modifie les caractéristiques du transit gastrique non seulement à court terme, mais aussi à long terme étant donné que la taille du gésier augmente avec l'accroissement des tailles particulières **(MUNT et al., 1995)**. Or, un poids important du gésier est associé à un pH plus faible de son contenu **(NIR et al., 1994a)**, ce qui pourrait contribuer à renforcer le rôle de barrière joué par l'estomac contre les

infections extérieures. Cependant, pour ce qui concerne les coccidioses, il n'a pas été observé d'effet bénéfique de la distribution de grains entiers non broyés (**BANFIELD et al., 1998 ; WALDENSTEDT et al., 1998**), bien que cette technique d'alimentation entraîne une augmentation du poids du gésier (**MUNT et al., 1995**). L'augmentation de poids du gésier induite par des tailles particulières élevées pourrait également être favorable à la digestion des protéines : une relation positive a en effet été observée entre la taille des gésiers et les digestibilités protéiques individuelles (**MAISONNIER et al., 1999**).

Concernant l'excrétion d'eau, la granulométrie grossière semblerait aussi bénéfique pour la digestion des protéines : des blés aux granulométries les plus grossières ont entraîné les pertes hydriques les plus faibles (**IDI, 1997**).

3.2.1.2.1. Effets sur la digestibilité des particules

La finesse de broyage induit des effets très variés sur les digestibilités. Ces effets dépendent des types de végétaux mais également des constituants chimiques à digérer. En effet, les conséquences négatives d'un broyage trop grossier sur les digestibilités ont été couramment observées avec les graines entières de dicotylédones (**MITCHELL et al., 1972**). Au contraire, pour les grains de céréales, quand bien même le broyage présenterait une légère tendance à améliorer la valeur énergétique, comparativement à une présentation en grains entiers non broyé, l'effet du broyage, dans l'ensemble, est beaucoup moins net (**SALAH et al., 1996**). Selon **IDI (1997)**, la granulométrie pourrait être impliquée dans la digestibilité de l'amidon des blés provenant essentiellement de l'endosperme des grains.

L'effet positif de l'intensité du broyage des graines entières des dicotylédones sur la digestibilité des contenus intracellulaires s'est révélé important pour les graines de soja (**MITCHELL et al., 1972**), de colza (**SHEN et al., 1983**) et de pois (**CONAN et al., 1992**). Ces effets peuvent être prononcés, avec des écarts dus à la mouture qui peuvent atteindre 30 points de pourcentage de digestibilité.

La réduction des vitesses de diffusion provoquée par des tailles particulières importantes est donc probablement un facteur limitant majeur dans le cas des dicotylédones. Cette hypothèse est corroborée par l'exemple du pois pour lequel la majeure partie de l'amidon non digéré a été retrouvée dans les plus grosses particules des excréta (**CARRE et al., 1991**).

Concernant l'effet de la granulation sur la digestion de l'amidon des légumineuses, l'altération des grains d'amidon participe à la cassure des parois végétales étant donné que de fortes pressions sont capables de telles altérations (**MERCIER et al., 1968**).

3.2.1.3. Effets de la taille particulière sur les performances zootechniques des poulets

3.2.1.3.1. Consommation alimentaire et indice de consommation

La taille moyenne des particules et leur variabilité peuvent affecter les performances des poulets de chair (**NIR et al., 1994a**). Les particules grossières provoquent une forte consommation, tandis que les particules fines entraînent une faible consommation de la part des poulets de chair. En effet, les grosses particules sont consommées immédiatement après chaque distribution de l'aliment (**ROUSSELLE 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. (2004)** n'observent pas de différence.

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

3.2.1.3.2. 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. **CARRERA**

(1994), YASSAR (2003), et PIRON et al. (2007) n'observent aucun effet de la taille des particules sur les performances de croissance des poulets de chair. De même, GABRIEL et al. (2003) trouvent que l'alimentation avec des graines entières a des conséquences négatives sur les performances zootechniques de poulets à croissance lente lors d'une infection coccidienne par *E. tenella*. Les modifications de la physiologie digestive et/ou de la flore intestinale qu'entraîne ce type de régime pourraient en être à l'origine.

3.2.1.3.3. Rendement carcasse

YASSAR (2003) observe un meilleur rendement carcasse avec les oiseaux lorsque le blé est broyé grossièrement (grille 7 mm). A contrario, CUMMING (2004) cité par NGA (2009) observe que la grossièreté des particules n'influence pas les caractéristiques de la carcasse. En effet, lorsque les poulets sont nourris *ad libitum*, le gésier agit comme un organe de transit plutôt qu'un organe de broyage pour réduire la taille des particules grossières.

3.2.1.3.4. Vitalité et mortalité

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 (GRASHRON, 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) et GABRIEL et al. (2003) ont observé qu'avec un régime graines entières, il y a un accroissement de la population de coliformes lors de coccidiose cæcale chez les poulets à croissance rapide.

DEUXIEME PARTIE : EFFETS DU SORGHO
GRAIN ENTIER ET BROYE EN
ALIMENTATION SEQUENTIELLE ET
MELANGEE CHEZ LE POULET DE CHAIR

CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

I. SITE ET PERIODE D'EXPERIMENTATION

Le travail a été réalisé à l'Ecole Inter-états des Sciences et Médecine Vétérinaires (EISMV) 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 10 Novembre au 23 Décembre 2011.

1.1. MATERIEL

1.1.1. Cheptel expérimental

L'étude a porté sur 398 poussins chair d'un jour de souche Cobb 500, non sexés en provenance du couvoir de la SEDIMA qui ont été élevés en groupe pendant une période de trois semaines.

1.1.2. Matériel d'élevage et de contrôle de performances

- ❖ Mangeoires ;
- ❖ Abreuvoirs ;
- ❖ Seaux et fûts ;
- ❖ Radiant ;
- ❖ Ampoules ;
- ❖ Litière (copeaux de bois) ;
- ❖ Tuyaux ;
- ❖ Cadres grillagés ;
- ❖ Thermohygromètre ;
- ❖ Balance de précision de 1 à 3000g
- ❖ Bagues d'identification ;
- ❖ Matériel et produits de nettoyage et de désinfection (eau de javel, crésyl) ;
- ❖ Pédiluve ;
- ❖ Médicaments et matériels vétérinaires (coliterravet, les vaccins, vetacox).

1.2. Méthodes

1.2.1. Conduite de l'élevage

1.2.1.1. Préparation du bâtiment d'élevage

Deux semaines avant l'arrivée des poussins, le bâtiment a été vidé, nettoyé, lavé avec de l'eau savonneuse et désinfecté avec de l'eau de javel à raison de 250 ml / 10 litres d'eau. Les fenêtres du bâtiment ont été fermées avec du plastique noir pour éviter l'effet du vent et pour assurer le confort thermique des poussins car l'essai a eu lieu pendant la période froide. Tout le matériel d'élevage (mangeoires et abreuvoirs etc.) a également été lavé et désinfecté avec l'eau de javel.

A cinq jours de l'arrivée des poussins, une deuxième désinfection du bâtiment au virucide (VIRUNET®) a été faite par pulvérisation et deux jours plus tard, tous les cadres grillagés ont été installés dans le poulailler et désinfectés à l'aide de la chaux vive. Le rôle de la chaux vive a été de neutraliser les microbes qui auraient résisté aux désinfectants précédents.

La veille de la réception des poussins, une poussinière d'une superficie de 10 m², à raison de 40 poussins/ m² au démarrage, a été mise en place à l'aide de cadres grillagés et recouverte d'une couche épaisse (environ 3 cm) de litière constituée de copeaux de bois. Un thermohygromètre a été installé dans le poulailler pour mesurer la température et l'hygrométrie à l'intérieur du bâtiment ; le radiant, suspendu à environ 1,10 m du sol avec une inclinaison de 45° avec l'horizontal, a permis de chauffer l'aire de vie des poussins à une température de 33°C. Un pédiluve contenant l'eau et du grésyl concentré a été installé à l'entrée du bâtiment.

Trois (3) heures avant l'arrivée des poussins, les abreuvoirs et mangeoires ont été placés dans la poussinière, après avoir été soigneusement lavés avec de l'eau de javel diluée. Le radiant a été allumé pour chauffer la poussinière prête à accueillir les poussins.

1.2.1.2. Elevage des poussins

Les poussins en provenance du couvoir de la SEDIMA, ont été récupérés après leur première vaccination au cabinet vétérinaire du Dr WADE [Keur-Massa], puis transportés dans un véhicule jusqu'au lieu d'élevage (EISMV).

A la réception au poulailler, nous avons procédé à un contrôle individuel de l'état sanitaire des poussins (nombre, état de l'ombilic et des pattes, vivacité) et à une pesée groupée pour déterminer le poids moyen des poussins. Un cas de paralysie qui à abouti une mortalité a été observé. Les animaux ont été élevés en masse pendant trois semaines dans la poussinière confectionnée à l'aide de cadres en bois grillagé à raison de 40 poussin/m². Une fois l'installation terminée, les poussins ont été soumis au programme de prophylaxie en vigueur dans la région de Dakar (**tableau XV**).

**Tableau XV : Plan de prophylaxie appliqué aux poussins pendant
l'expérimentation**

Age (jours)	Opérations	Produits utilisés
1	Vaccination contre la maladie de Newcastle	Imopest (IM) + HB1 (trempe de bec)
2, 3, 4	Prévention des réactions post vaccinales et du stress	Coliterravet
12	Vaccination contre la maladie de Gumboro	Hipragumboro-CH/80
13, 14	Prévention des réactions post vaccinales et du stress	Coliterravet
15,16, 17, 18	Prévention contre la coccidiose	Vetacox
21	Rappel cotre la maladie de Newcastle	LASOTA
22	Prévention des réactions post vaccinales et du stress	Coliterravet
26	Rappel contre la maladie de Gumboro	Hipragumboro-CH/80
27	Prévention des réactions post vaccinales et du stress	Coliterravet
29, 30, 31, 32	Prévention contre la coccidiose	Vetacox
35	Déparasitage	Pipérazine (eau de boisson)
37, 38,39	Prévention des troubles de la croissance	Vitaminothérapie (eau de boisson)

Pendant ces trois semaines, nous avons enregistré 6 cas de mortalité liés essentiellement à des malformations congénitales du bec, des mortalités subites, ce qui a réduit le nombre initial de 398 poussins. L'expérimentation proprement dite a porté sur 392 sujets.

1.2.1.3. Identification et mise en lot des poussins

Les 392 poussins à trois semaines d'âge ont été identifiés à l'aide de bagues numérotées posées au niveau de la membrane alaire droite, pesés (**figure 3**) et répartis en quatre traitements ayant chacun trois sous-traitements (**figure 4**).



Figure 2 : Pesée individuelle des poulets

Source : AUTEUR



Figure 3 : Mise en lot des poulets

Source : AUTEUR

La taille des sous-traitements ou sous-lots varie de 32 à 33 sujets. Leur répartition dans le poulailler a été faite de façon homogène de manière à minimiser les variations dues à l'environnement.

- ❖ Le traitement T1 est subdivisé en sous-lots T1S1, T1S2, T1S3 ;
- ❖ Le traitement T2 est subdivisé en sous-lots T2S1, T2S2, T2S3 ;
- ❖ Le traitement T3 est subdivisé en sous-lots T3S1, T3S2, T3S3 ;
- ❖ Le traitement T4 est subdivisé en sous-lots T4S1, T4S2, T4S3 ;

Les oiseaux ont été mis dans des parquets de 3,5 m², à raison de 10 sujets/ m² (figure 4).

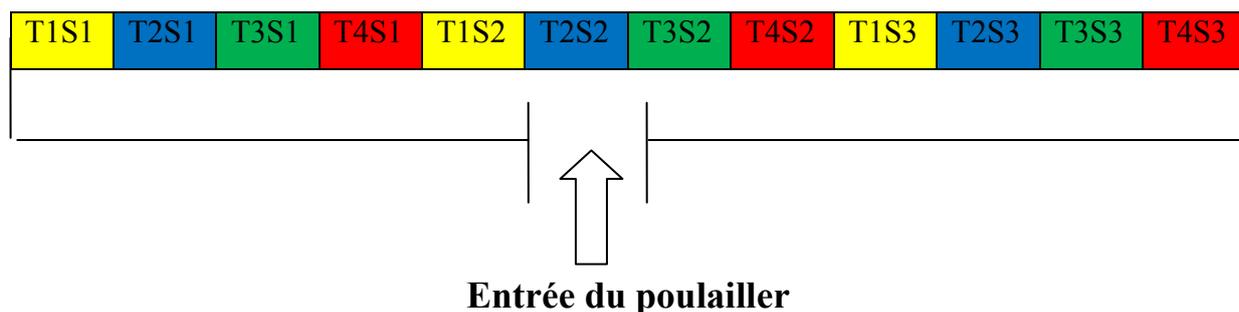


Figure 4 : Schéma de répartition des sujets par traitement alimentaire dans le poulailler

Source : AUTEUR

1.2.1.4. *Eclairage du bâtiment*

Les animaux ont été élevés sous éclairage constant. L'éclairage de la journée s'est fait par la lumière naturelle alors que celui de la nuit s'est fait avec des ampoules de 40 watts et 60 watts disposées de part et d'autre dans le poulailler.

1.2.1.5. *Alimentation des oiseaux*

Durant les trois premières semaines de vie en masse, les poussins ont été nourris avec l'aliment industriel démarrage et croissance, livré par un fournisseur de la place. L'aliment démarrage a été utilisé les deux premières semaines et l'aliment croissance pendant la troisième semaine.

A la fin de la troisième semaine, nous avons procédé à une transition alimentaire de cinq jours avec l'aliment croissance livré par un fournisseur de la place et les rations expérimentales (**tableau XVI**). La durée de la transition varie en fonction de la présentation alimentaire et l'âge auquel les oiseaux sont soumis au nouvel aliment.

Tableau XVI : La planification de la transition alimentaire

	27/11/2011	28/11/2011	29/11/2011	30/11/2011	1 ^{er} /12/2011
Aliment démarrage NMA	4/5	3/5	2/5	1/5	0/5
Aliment expérimental	1/5	2/5	3/5	4/5	5/5

Au cours de la phase expérimentale deux rations (croissance-finition) avec comme apport énergétique le sorgho (grain entier et grain broyé) incorporé à 60,23 %, et un aliment complémentaire incorporé à 39,77 % ont été utilisées. La composition chimique des rations expérimentales est identique (**Tableau XVII**). La fabrication des aliments a été réalisée sur place dans le bâtiment d'élevage.

Tableau XVII : Composition de la ration utilisée

Matières premières utilisées	Taux d'incorporation dans la ration (%)
Sorgho	60,23
Son de blé	3,58
Tourteau d'arachide	25,49
Farine de poisson	5
Huile	1,7
Lysine de synthèse	0,4
Méthionine de synthèse	0,13
Carbonate de calcium	0,5
Phosphate bicalcique	0,25
CMV	0,25
Liptol	0,1
Fintox	0,12
Total	100

Cette ration a été répartie en quatre traitements (T1, T2, T3, T4) en fonction du mode d'alimentation (alimentation séquentielle, alimentation mélangée) et de la taille particulière de l'aliment (sorgho grain entier, sorgho grain broyé).

Ainsi a-t-il été discerné :

- ❖ Le traitement T1 ou témoin (sorgho grain broyé mélangé à l'aliment complémentaire) donnant un aliment unique distribué *ad libitum*. Cette ration a joué le rôle de traitement témoin car c'est sous cette forme que l'aliment est généralement distribué aux oiseaux dans les fermes, mais elle sert également de traitement expérimental à cause du mode alimentaire (mélangé) et de la taille particulière (sorgho grain broyé).

- ❖ Le traitement T2 (sorgho grain entier mélangé à l'aliment complémentaire) formant un aliment unique servi *ad libitum*.



Figure 5 : Alimentation mélangée à base de sorgho grain broyé (a) et entier (b) Source : AUTEUR

- ❖ Le traitement T3 (sorgho grain broyé alterné avec l'aliment complémentaire) selon un cycle de 16 heures constituée de deux séquences de 8 heures chacune.



Figure 6 : Alimentation séquentielle à base de sorgho grain broyé (a) et aliment complémentaire (b)

Source : AUTEUR

- ❖ Le traitement T4 est composé de sorgho grain entier alterné avec l'aliment complémentaire selon un cycle de 16 heures constitué de deux séquences de 8 heures chacune.



Figure 7 : Alimentation séquentielle à base de sorgho grain entier

Source : AUTEUR

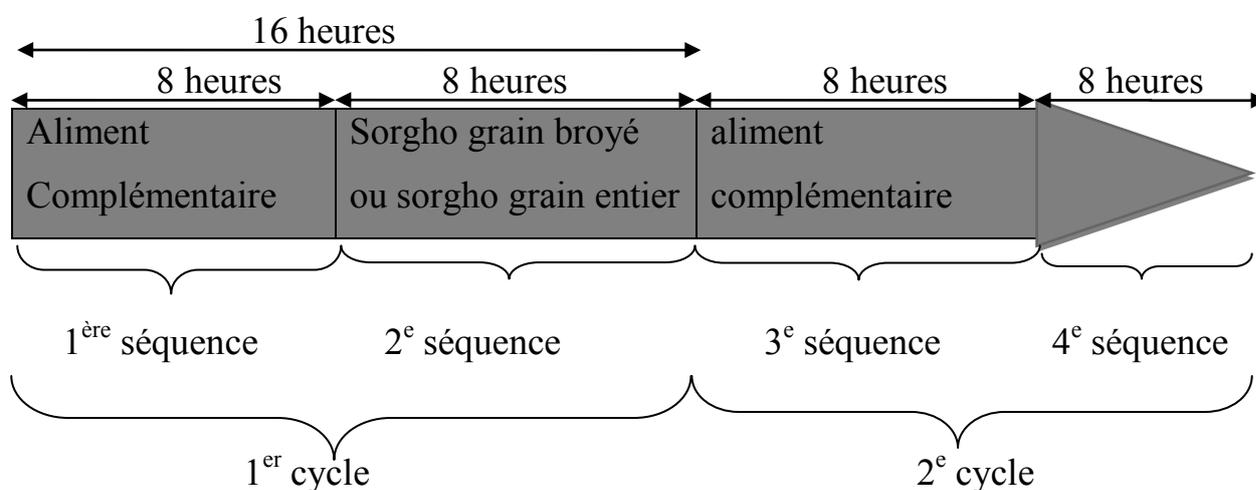


Figure 8 : Schéma de distribution de la ration en mode séquentiel (KONE, 2011)

1.2.2. Différents paramètres étudiés

1.2.2.1. Paramètres d'ambiance

Les différents paramètres d'ambiance mesurés ont été la température et l'hygrométrie. Leurs mesures ont été rendues possibles grâce à un thermohygromètre placé dans le poulailler au cours de la période expérimentale. Les températures et les hygrométries moyennes, minimales et maximales journalières ont été enregistrées sur une fiche réservée à cet effet (**annexe I**).

1.2.2.2. Paramètres zootechniques

1.2.2.2.1. Consommation alimentaire

La consommation alimentaire journalière des poulets a été obtenue grâce aux pesées quotidiennes de la quantité d'aliments distribuée et celle d'aliment refusée (**annexe II**). Ainsi, la consommation alimentaire journalière a été déterminée en faisant la différence entre la quantité d'aliments distribuée la veille et le refus du lendemain à la même heure.

$$\mathbf{Caj = Quantité distribuée par jour - Quantité refusée par jour}$$

La consommation alimentaire individuelle est obtenue en divisant la consommation alimentaire journalière globale par le nombre de sujets.

$$\mathbf{Caji (g/jr) = \frac{Caj}{Nombre de sujets}}$$

Caj: Consommation alimentaire journalière ;

Caji: Consommation alimentaire journalière individuelle.

1.2.2.2.2. Poids vifs

A l'aide d'une balance électronique, les oiseaux ont été pesés individuellement chaque semaine à partir de vingt et un jours d'âge jusqu'à la fin de l'essai et les données collectées ont été enregistrées sur des fiches de pesée (**annexe III**).

1.2.2.2.3. Gain moyen quotidien (GMQ)

Les poids ainsi mesurés ont permis de calculer le Gain Moyen Quotidien (exprimé en g/j) en faisant le rapport du gain moyen pondéral pendant une période sur la durée (en jours) de la période.

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

1.2.2.2.4. Indice de consommation (IC)

Il a été calculé en faisant le rapport de la quantité d'aliment consommée pendant une période sur le gain de poids réalisé pendant cette même période. En d'autres termes, l'indice de consommation est la quantité d'aliment consommée par un sujet pour déposer un kilogramme de poids vif. C'est un indicateur de l'efficacité alimentaire. Il est sans unité, et la formule utilisée pour le déterminer est la suivante :

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

1.2.2.2.5. Rendement carcasse (RC)

Le rendement carcasse a été calculé à partir du rapport du poids de la carcasse (poids après abattage, plumage et éviscération des poulets) sur le poids vif à l'abattage. Il est exprimé en pourcentage.

$$\text{RC (\%)} = \frac{\text{Poids de la carcasse (g)}}{\text{Poids vif à l'abattage (g)}} \times 100$$

1.3.2.2. Paramètres sanitaires

Les différents troubles sanitaires survenus lors de la conduite des oiseaux ont été enregistré quotidiennement. Ainsi, les oiseaux malades ont été examinés, et les morts enregistrés sur une fiche réservée à cet effet, puis autopsiés. Les différentes mortalités enregistrées ont permis de calculer le taux de mortalité (exprimé en pourcentage), qui est le rapport du nombre d'oiseaux morts pendant la période de l'élevage sur l'effectif total en début de période.

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

1.2.3. Analyses économique

L'analyse économique n'a tenu compte que de la charge des aliments, car les autres valeurs liées au coût de production étant les même pour les différents traitements. Elle a été réalisée sur la base d'une part des frais et prix d'acquisition sur le marché des matières premières et sous-produits utilisés dans la formulation des aliments expérimentaux et d'autre part, du prix de vente du kilogramme de poids carcasse (1700 FCFA) des poulets abattus. Les charges alimentaires, le prix de vente de la carcasse, les marges brutes alimentaires (MBA) et les marges nettes surplus (MNS) réalisés par Kg de poids carcasse ont été déterminés et enregistrés par traitement alimentaire de la même façon selon les formules ci-dessous.

Charge alimentaire/kg de poids carcasse (FCFA) = IC * Prix du Kg d'aliment * RC

MBA/kg poids carcasse (FCFA) = (Prix de vente/kg de poids carcasse) – (Charge alimentaire/kg de poids carcasse)

MNS/kg de poids carcasse (FCFA) = (MBA/kg de poids carcasse/lot) – (MBA/kg de poids carcasse du lot témoin).

1.2.4. Analyse statistique des données

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. En cas de différence significative, une comparaison des moyennes a été faite à l'aide du test de DUNCAN du même logiciel au risque d'erreur de 5 % ce qui a permis d'obtenir les résultats exposés dans le chapitre suivant.

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. RESULTATS

2.1.1. Evolution des paramètres d'ambiance

Les températures moyennes relevées pendant toute la période de l'essai ont varié entre 22,75°C et 32,26°C. L'hygrométrie a quant à elle varié entre 24,75 % et 49,23 % (**tableau XVIII**).

Tableau XVIII : Evolution de la température et de l'hygrométrie dans le poulailler pendant l'essai

Période d'élevage	Températures (°C)		Hygrométries (%)	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Démarrage	26,03	32,26	28,89	49,23
Croissance	24,15	30,18	25,30	46,34
Finition	22,75	28,95	24,75	45,20

2.1.2. Effets du sorgho grain entier et broyé en alimentation séquentielle et mélangée sur les performances zootechniques des oiseaux

2.1.2.1 Poids vif (PV)

En dehors de la troisième semaine, où les oiseaux des quatre traitements ont enregistré des poids vifs sensiblement identiques, sur l'ensemble des quatre semaines d'essai, les oiseaux nourris en mode alimentaire mélangé (T1 et T2) ont eu des poids vifs supérieurs à ceux nourris en mode alimentaire séquentiel (T3 et T4). Dans ce dernier mode alimentaire, au cours des deux dernières semaines, le traitement T4 a enregistré une supériorité de poids vif respectivement de 5,78 % et 6,69 % par rapport au lot T3 (**tableau XIX**).

Par ailleurs à la sixième semaine, le poids du lot T4 (1746,36 g) a été sensiblement identique à celui de T2 (1821,25 g).

Tableau XIX : Effets du mode alimentaire et de la taille particulière du sorgho sur le poids vif des oiseaux

Poids vif en (g) à :	Traitements alimentaires				Signification
	T1 ou témoin	T2	T3	T4	
Semaine 3	752,77±132,20 ^a	746,40±118,84 ^a	730,40±137,50 ^a	744,19±107,26 ^a	ns
Semaine 4	1134,30±195,41 ^b	1139,41±188,07 ^b	1039,49±204,65 ^a	1070,62±162,37 ^a	*
Semaine 5	1576,88±254,59 ^c	1570,54±246,35 ^c	1385,83±274,88 ^a	1470,87±216,96 ^b	*
Semaine 6	1849,54±254,59 ^c	1821,25±266,75 ^{bc}	1629,44±298,58 ^a	1746,36±255,90 ^b	*

*a, b, c, les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'une même ligne sont significativement différentes ; ns : effet non significatif, $p > 0,05$; * : effet significatif, $p < 0,05$*

2.1.2.2. Gain moyen quotidien (GMQ)

Le **tableau XX** présente l'évolution des gains moyens quotidiens (GMQ) des oiseaux des différents traitements au cours de la période d'expérimentation.

Pendant la quatrième semaine a été constatée une différence significative au niveau du GMQ en fonction du mode d'alimentation des oiseaux. Ainsi, les GMQ des sujets des traitements nourris en mode mélangé (54,50±12,22 g/j pour T1, et 56,22±12,91 g/j pour T2) ont été sensiblement identiques. Cependant, les GMQ enregistrés chez les sujets nourris en mode mélangé ont été significativement supérieurs à ceux des sujets des lots du mode séquentiel (44,15±14,06 g/j pour T3, et 46,63±10,51 g/j pour T4) qui sont eux-mêmes sensiblement identiques.

Au cours la cinquième semaine, les sujets du traitement T3 (49,48±14,89 g/j) du mode séquentiel ont produit un GMQ significativement plus faible par rapport aux trois autres lots. Les sujets du traitement T4 (57,18±13,53 g/j) du même mode d'alimentation quant à eux ont présenté un GMQ qui est sensiblement identique à

celui des sujets du traitement T2 ($61,51 \pm 12,87$ g/j) du mode mélangé. Les sujets des traitements T1 et T2 du mode mélangé ont révélé des GMQ sensiblement identiques.

Aucune différence significative n'a été constatée entre les GMQ des sujets dans les différents traitements à la fin de la sixième semaine.

Pour ce qui est du GMQ global (**figure 10**), le schéma reste identique à celui des GMQ constatés entre la quatrième semaine et la cinquième avec une supériorité de GMQ chez les sujets du traitement Témoin (T1), suivi de ceux des traitements T2 et T4. Les sujets du traitement T3 ont enregistré le GMQ le plus faible sur tout l'essai.

Tableau XX : Effets du mode alimentaire et de la taille particulière du sorgho sur le gain moyen quotidien (GMQ) des oiseaux

GMQ en (g/j)	Traitements alimentaires				Signification
	T1 ou témoin	T2	T3	T4	
Semaine 3	$33,81 \pm 6,29^a$	$33,50 \pm 5,66^a$	$32,74 \pm 6,55^a$	$33,40 \pm 5,11^a$	Ns
Semaine 4	$54,50 \pm 12,22^b$	$56,22 \pm 12,91^b$	$44,15 \pm 14,06^a$	$46,63 \pm 10,51^a$	*
Semaine 5	$63,22 \pm 12,04^c$	$61,51 \pm 12,87^{bc}$	$49,48 \pm 14,89^a$	$57,18 \pm 13,53^b$	*
Semaine 6	$38,95 \pm 7,89^a$	$35,81 \pm 7,52^a$	$34,80 \pm 10,71^a$	$39,35 \pm 11,63^a$	Ns
Semaine 3-6	$52,22 \pm 8,54^c$	$51,18 \pm 9,04^{bc}$	$42,81 \pm 9,82^a$	$47,72 \pm 8,97^b$	*

*a, b, c, les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'une même ligne sont significativement différentes ; ns : effet non significatif, $p > 0,05$; * : effet significatif, $p < 0,05$*

2.1.2.3. Consommation alimentaires

Le **tableau XXI** présente les évolutions de la consommation alimentaire des animaux au cours de la période d'essai.

Pendant la quatrième semaine, aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été observée en ce qui concerne la consommation alimentaire des oiseaux au sein des différents modes d'alimentation des oiseaux. Cependant, durant cette période les oiseaux nourris en mode séquentiel ont enregistré des consommations alimentaires supérieures à ceux des oiseaux nourris en mode mélangé.

A partir de la cinquième semaine et même jusqu'à la fin de l'essai aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été notée au niveau de la consommation alimentaire des sujets des différents lots.

Tableau XXI : Effets du mode alimentaire et de la taille particulière du sorgho sur la consommation alimentaire des oiseaux

Consommation alimentaire (g)	Traitements alimentaires				Signification
	T1 ou témoin	T2	T3	T4	
Semaine 4	89,96±3,66 ^{ab}	81,77±6,55 ^a	100,33±2,27 ^{bc}	103,71±5,74 ^c	*
Semaine 5	138,52±4,78 ^a	145,34±15,77 ^a	136,44±17,49 ^a	137,31±9,46 ^a	Ns
Semaine 6	188,92±17,87 ^a	177,41±5,62 ^a	196,90±7,42 ^a	191,22±14,31 ^a	Ns
Semaine 3-6	139,14±8,72 ^a	134,82±1,47 ^a	144,56±7,81 ^a	147,54±6,94 ^a	Ns

*a, b, c, les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'une même ligne sont significativement différentes ; ns : effet non significatif, $p > 0,05$; * : effet significatif, $p < 0,05$*

2.1.2.4. Indice de consommation

Le **tableau XXII** montre les évolutions périodiques et globales de l'indice de consommation au cours de la période de l'expérimentation. Ces évolutions n'ont pas été uniformes au cours de la période d'essai. En effet à la quatrième ; les sujets nourris en mode mélangé ont eu des indices de consommation inférieurs par rapport à ceux nourris en mode séquentiel. Cependant, aucune différence significative n'a été constatée au niveau des lots au sein d'un même mode alimentaire. Ainsi, les traitements T1 (1,75±0,52) et T2 (1,55±0,52) du mode alimentaire mélangé ont eu

des indices de consommation sensiblement identique. Il en est de même pour les traitements T3 (2,58±1,18) et T4 (2,39±0,95) constituant le mode alimentaire séquentiel.

Au cours des deux dernières semaines (semaine 5 et semaine 6), aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été constatée au niveau des indices de consommation des sujets des quatre traitements.

Sur l'ensemble de l'essai, les indices de consommation des oiseaux soumis à l'alimentation séquentielle (3,93±1,02 pour T3 et 3,50±0,80 pour T4) ont été plus mauvais que ceux des animaux soumis à l'alimentation mélangée (3,04±0,63 pour T1 et 3,07±0,57 pour T2). Le traitement T3 a enregistré l'indice de consommation le plus important au cours des trois semaines d'expérience.

Tableau XXII : Effets du mode alimentaire et de la taille particulière du sorgho sur l'indice de consommation (IC) des oiseaux

IC	Traitement alimentaire				Signification
	T1 ou témoin	T2	T3	T4	
Semaine 4	1,75±0,52 ^a	1,55±0,52 ^a	2,58±1,18 ^b	2,39±0,95 ^b	*
Semaine 5	2,28±0,53 ^a	2,48±0,68 ^a	3,11±1,39 ^a	2,59±0,90 ^a	Ns
Semaine 6	5,08±1,29 ^a	5,18±1,15 ^a	6,10±1,70 ^a	5,54±1,60 ^a	Ns
Semaine 3-6	3,04±0,63 ^a	3,07±0,57 ^a	3,93±1,02 ^b	3,50±0,80 ^b	*

*a, b, c, les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'une même ligne sont significativement différentes ; ns : effet non significatif, $p > 0,05$; * : effet significatif, $p < 0,05$*

2.1.2.5. Poids carcasse et rendement carcasse.

La **figure 10** présente les effets du mode alimentaire et de la taille particulière sur les poids carcasses moyens des oiseaux des différents traitements en fin d'essai.

L'analyse statistique a révélé que les poids carcasses des traitements T1 (1589,86±242,08 g) et T2 (1598,72±235,88 g) du mode alimentaire mélangé sont significativement supérieurs aux poids carcasses des traitements T3 et T4 du mode alimentaire séquentiel ($p < 0,05$). En outre, les oiseaux du traitement T4 (1512,25±229,42 g) ont affiché des poids carcasses significativement ($p < 0,05$) supérieurs à ceux du traitement T3 (1409,11±257,74 g).

En ce qui concerne les rendements carcasses (**figure 11**), les sujets des traitements T3 (0,86±3,19) et T4 (0,86±2,07) du mode alimentaire séquentiel ont présenté des rendements carcasses identiques. Quand au mode alimentaire mélangé, les sujets du traitement T2 ont eu un rendement carcasse supérieur à ceux du traitement T1.

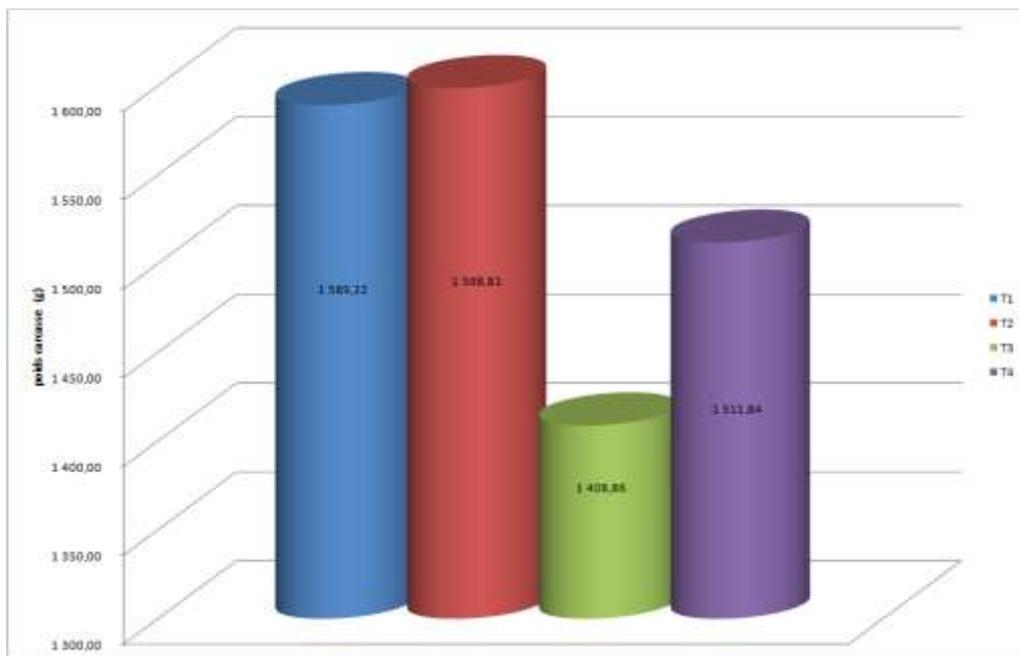


Figure 9: Effets du mode alimentaire et de la taille particulière sur les poids carcasse moyen

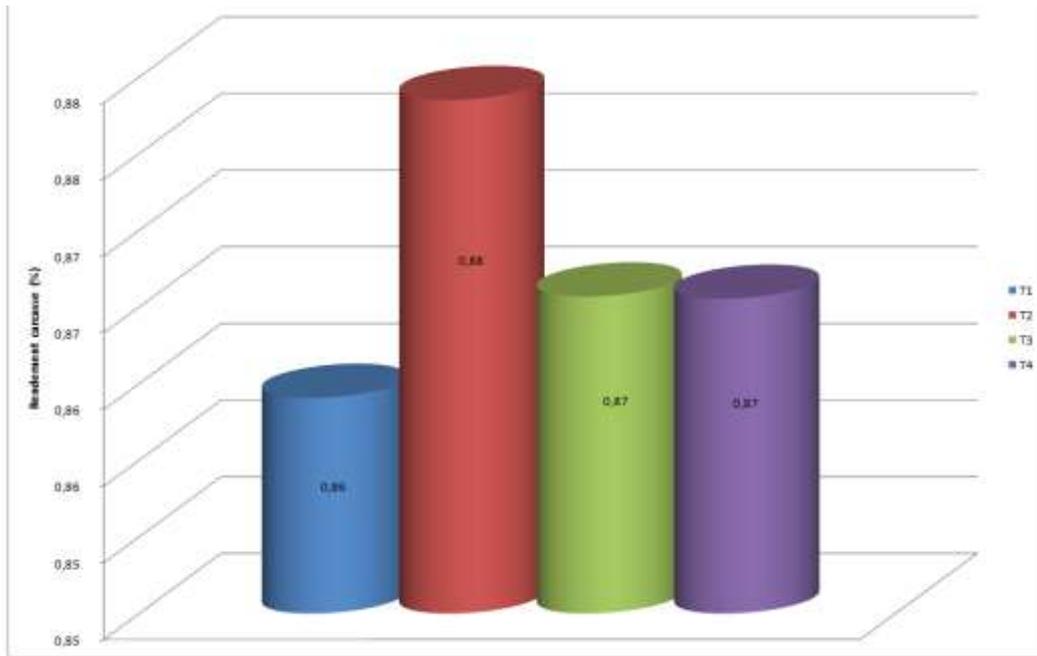


Figure 10: Effets du mode alimentaire et de la taille particulière sur les rendements carcasse des oiseaux par traitements des oiseaux par traitements

2.1.3. Effets du sorgho grain entier et broyé en alimentation séquentielle et mélangée sur les mortalités chez les poulets de chair

Tout au long de la conduite de notre bande de poulets de chair, aucune pathologie majeure n'est apparue dans le poulailler. Les mortalités enregistrées chez les sujets ont été essentiellement dues aux malformations congénitales, aux mortalités subites, durant la phase non expérimentale ; et pendant celle expérimentale à des cas de coccidiose. Un taux de mortalité globale de 2,01 % (correspondant à huit cas de mortalité) a été enregistré entre J0 et J43, dont 1,50 % (correspondant à six cas de mortalité) au cours de la période non expérimentale et 0,5% (correspondant à deux cas de mortalité) pendant la période d'essai. Les deux cas de mortalité durant la phase expérimentale ont été observés dans les traitements T1 et T3 (**Tableau XXIII**).

Tableau XXIII : Effets du mode alimentaire et de la taille particulière du sorgho sur la mortalité chez les oiseaux

	Avant l'essai (J0-J21)	Période de l'essai (J21-J43)				
		T1	T2	T3	T4	Total
Effectif	398	98	98	99	97	392
Nombre de morts	6	1	0	1	0	2
Taux de mortalité (%) / traitement	-	0,25	0	0,25	0	0,50
Taux de mortalité globale (%)	1,50	0,50				2,01

2.1.4. Résultats économiques

Les résultats économiques obtenus sont consignés dans le tableau XXIV. De ce dernier, il ressort que le coût du kilogramme d'aliment a été de 345,87 FCFA. La charge alimentaire pour produire un kilogramme de poids carcasse de poulet de chair est de 1223,37 FCFA pour les sujets du traitement témoin (T1). Ce prix est supérieur à ceux des poulets des traitements T2 (1207,82 FCFA). Cependant la charge alimentaire pour produire un kilogramme de poids carcasse des sujets du traitement témoin est inférieure à celles des traitements T3 (1571,35 FCFA) et T4 (1402,95 FCFA). La charge alimentaire par kilogramme de poids carcasse des poulets nourris en mode alimentaire mélangé est faible par rapport à celle des sujets du mode alimentaire séquentiel.

Les marges bénéficiaires brutes alimentaires et nettes ont diminué significativement avec l'utilisation de l'aliment en mode séquentiel. Les marges brutes alimentaires obtenues avec le traitement T3 (128,65 FCFA) sont plus faibles que celles qui ont été enregistrées avec le traitement T4 (297,05 FCFA). Les

traitements T3 (-347,98 FCFA) et T4 (-179,58 FCFA) ont révélé des marges bénéficiaires nettes supplémentaires nettement négatives par rapport au traitement témoin. Pour ce qui est du mode mélangé, le traitement T2 (492,18 FCFA) bien qu'ayant révélé une marge bénéficiaire brute alimentaire sensiblement identique à celle du traitement T1 (476,63 FCFA), a présenté une marge bénéficiaire nette positive (15,55 FCFA) par rapport à celle du témoin (T1).

Tableau XXIV : Analyse économique des poulets nourris au sorgho grain entier et broyé en alimentation séquentielle et mélangée

Paramètres économiques	Traitements alimentaires			
	T1	T2	T3	T4
Prix du kg d'aliment (FCFA)	345,87	345,87	345,87	345,87
Indice de consommation (3-6 semaines)	3,04 ^a	3,07 ^a	3,93 ^b	3,50 ^b
Charge alimentaire/kg PC (FCFA)	1223,37	1207,82	1571,35	1402,95
Prix de vente du kg de PC (FCFA)	1700 ^a	1700 ^a	1700 ^a	1700 ^a
MBA /kg PC (FCFA)	476,63	492,18	128,65	297,05
MNS/kg de PC par rapport au témoin (FCFA)	0	15,55	-347,98	-179,58

*a, b, c, les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'une même ligne sont significativement différentes ; ns : effet non significatif, $p > 0,05$; * : effet significatif, $p < 0,05$*

2.2. DISCUSSION

2.2.1. Paramètres d'ambiance

Les températures ambiantes mesurées durant la période de l'essai oscillent entre 22,75 °C et 32,26 °C. Ces températures sont similaires à celles (22,93-32,26 °C) obtenues par **KOFFI (2010)**. Ces valeurs sont supérieures aux normes de température recommandées par **SANOFI (1996)** et **BORDAS et MINVIELLE (1997)**, qui estiment qu'au-delà de 27-28 °C, les poulets réduisent leur consommation. Cette observation pourrait avoir des influences négatives sur les performances de croissance des poulets.

Les valeurs concernant l'humidité relative de l'air d'un poulailler recommandées par **BORDAS et MINVIELLE (1997)** et divers auteurs, varient énormément allant de 40% à 70%. Durant notre essai, l'hygrométrie est restée assez basse (24,75% et 49,23%) ; la polypnée thermique est le mécanisme par lequel les oiseaux régulent leur température. Cette faible humidité réduit les effets de la température. Toutefois les résultats de croissance ont été tous satisfaisants, bien que l'existence d'un stress thermique pouvant influencer cette croissance n'est pas à écarter.

2.2.2. Effets du sorgho grain entier et broyé en alimentation séquentielle et mélangée sur les performances zootechniques des oiseaux

2.2.2.1. Poids vif et le gain moyen quotidien (GMQ)

La supériorité de poids et de GMQ constatée chez les oiseaux nourris en mode alimentaire mélangé en fin d'essai est en accord avec les résultats de **KONE (2011)** qui a utilisé le maïs comme céréale.

Ces résultats corroborent ceux obtenus par **ROSE et al. (1995)** avec du blé entier aux taux d'incorporation de 40 à 60%. Les faibles poids et GMQ constatés chez les animaux soumis au régime avec sorgho grain en mode mélangé seraient liés à une dégradation progressive de la consommation alimentaire en rapport avec une sélection préférentielle du sorgho grain entier, la poudre résiduelle devenant alors difficile à consommer. En effet, les oiseaux en général ne sont pas friands des aliments de taille fine dont la préhension devient difficile avec l'augmentation de la taille du bec au fil du temps.

Les oiseaux étant des granivores, ils préfèrent donc les aliments plus grossiers à ceux plus fins, ce qui est un comportement très caractéristique de ceux-ci (**QUENTIN et al., 2005**).

En mode séquentiel, une différence de poids et de GMQ a été constatée entre les oiseaux ayant consommé le sorgho grain entier et grain broyé. Les premiers ayant enregistré des poids vifs et des GMQ supérieurs par rapport à ceux qui ont consommé le sorgho grain broyé surtout lors des deux dernières semaines de l'essai. Cette supériorité de poids et de GMQ constatée pourrait s'expliquer par le fait d'un bon apprentissage alimentaire des oiseaux nourris au sorgho grain entier au fil du temps de l'essai.

En somme, les lots d'oiseaux ayant été nourris en mode séquentiel ont eu des poids vifs et des GMQ faibles par rapport à ceux nourris en mode mélangé.

Les poids vifs et GMQ globaux obtenus chez les oiseaux nourris en alimentation mélangée ont été respectivement supérieurs de 8,03 % et 12,45 % par rapport à ceux enregistrés chez les oiseaux nourris en alimentation séquentielle ; bien que ces derniers aient révélé des niveaux de consommation globale plus importants que les premiers.

Ces résultats sont contraires à ceux obtenus par **KONE (2011)**. En effet, chez cet auteur les oiseaux nourris en alimentation mélangée ont eu des poids vifs et GMQ inférieurs à ceux nourris en alimentation séquentielle. **GABRIEL et al. (2005)** aussi ont obtenu chez les oiseaux consommant du blé entier en alimentation séquentielle, des performances de croissance plus élevées que ceux consommant le régime standard. Les moins bons GMQ que nous avons obtenus chez les oiseaux nourris en alimentation séquentielle pourraient s'expliquer par un niveau de consommation plus important de tel ou tel aliment (sorgho grain entier ou broyé, aliment complémentaire) au détriment de l'autre. Cela a certainement entraîné un déséquilibre du rapport énergie/protéines, et par conséquent une dégradation des GMQ.

Les poids et GMQ que nous avons enregistré sont inférieurs à ceux obtenus par **KONE (2011)**, qui a utilisé le maïs comme aliment énergétique pour une étude analogue également réalisé en saison froide. Cette différence pourrait s'expliquer par le fait que le maïs comparativement au sorgho, a une valeur énergétique plus élevée. De plus, le maïs contrairement au sorgho est dépourvu de tanins, substances anti-nutritionnelles déprimant l'utilisation de l'énergie, des protéines et des acides aminés chez les volailles (**ELKIN et al., 1996**) cité par **NGA (2009)**.

Cependant, nos résultats en alimentation mélangée et séquentielle sont supérieurs à ceux obtenus par **ZERBO (2012)**, qui a utilisé le maïs comme aliment énergétique pour une étude analogue, mais en saison chaude. Cette infériorité de poids vif et de GMQ enregistrée par cet auteur, s'expliquerait par le fait des effets néfastes de la chaleur sur la consommation alimentaire des oiseaux. En effet **SANOFI (1996)**, et **BORDAS et MINVIELLE (1997)** estiment qu'au-delà de 27-28 °C, les poulets réduisent leur consommation. Cette observation pourrait avoir des influences négatives sur les performances de croissance.

2.2.2.2. Consommation alimentaire

En alimentation séquentielle, les consommations globales (144,56 g pour T3 et 147,54 g pour T4) des oiseaux sont sensiblement identiques. Cependant, on a noté une légère augmentation de celle des oiseaux nourris avec l'aliment séquentiel à base de sorgho grain entier par rapport à la consommation de ceux nourris avec l'aliment séquentiel à base de sorgho grain broyé. Cette différence de consommation pourrait être le fait de l'augmentation de la taille du bec qui favorise une bonne consommation des aliments de taille grossière. Nos résultats diffèrent de ceux de **KONE (2011)**. Chez cet auteur, les oiseaux ayant consommés l'aliment séquentiel à base de maïs grain broyé ont eu une consommation alimentaire plus importante que ceux nourris avec l'aliment séquentiel à base de maïs grain entier.

Les consommations alimentaires globales des oiseaux nourris avec l'aliment mélangé sont sensiblement identiques. Elles sont de 139,14 g pour T1 et de 134,82 g pour T2. Cependant on a noté une légère augmentation de la consommation des oiseaux nourris avec le sorgho grain broyé par rapport à ceux nourris avec le sorgho grain entier. La faible consommation alimentaire des oiseaux nourris avec le sorgho grain entier serait liée à une sélection préférentielle des grains de sorgho, la poudre résiduelle devenant alors difficile à consommer.

Nos résultats corroborent ceux d'**ALLANONTO (2011)**, mais sont contraires de ceux de **KONE (2011)**. Pour ce dernier auteur, la consommation alimentaire globale des oiseaux nourris au maïs grain entier est légèrement supérieure à celle obtenue avec le maïs broyé en régime mélangé.

En fin d'essai, la consommation alimentaire a été sensiblement identique en fonction du mode alimentaire ($p > 0,05$). Cependant une légère supériorité de la consommation alimentaire de l'aliment séquentiel par rapport à l'aliment mélangé a été observée. Cela s'expliquerait par le fait que la distribution d'un nouvel aliment à chaque séquence augmenterait l'appétit et la vitesse de consommation des oiseaux durant les premières heures qui s'en suivent.

2.2.2.3. Indice de consommation

En alimentation mélangée, les indices de consommation globaux des oiseaux ont été sensiblement identiques quelque soit la taille particulière. Il en est de même pour l'alimentation séquentielle où les indices de consommation globaux de 3,93 pour les oiseaux nourris avec le sorgho grain broyé et de 3,50 pour ceux ayant consommé le sorgho grain entier ont été similaires.

Cependant, les oiseaux nourris en mode séquentiel ont eu des indices de consommation significativement supérieurs à ceux ayant consommé l'aliment mélangé (3,04 pour T1 et 3,07 pour T2). Cette supériorité d'indice de consommation observée en alimentation séquentielle serait due à une augmentation de l'appétit et de la vitesse de consommation des oiseaux durant les premières heures qui suivent la distribution d'un nouvel aliment.

Ces résultats sont supérieurs à ceux enregistrés par **KONE (2011)** chez les poulets de chair nourris avec le maïs et par **NATHALIE et al. (2009)** chez des poulets nourris au blé. Ce niveau élevé de l'indice de consommation que nous avons enregistré par rapport aux leurs serait lié à l'augmentation du niveau de la consommation alimentaire des oiseaux pour couvrir leurs besoins et à l'effet du tanin présent dans le sorgho et qui ne favorise pas une bonne valorisation de l'aliment par rapport au maïs et au blé qui sont dépourvus eux de cette substance anti nutritionnelle.

2.2.2.4. Poids carcasse et rendement d'abatage

Les poids carcasses des oiseaux nourris à base de sorgho grain entier et broyé en mode mélangé sont sensiblement identiques. Cependant on a noté une légère supériorité de poids carcasse chez les oiseaux ayant consommé le sorgho grain entier (1598,72 g) par rapport à ceux nourris avec le sorgho grain broyé (1589,86 g). Aussi une supériorité de rendement d'abatage a été notée pour les premiers (87,84 %) par rapport aux seconds (85,91 %).

Ces bonnes performances obtenues par le lot ayant consommé le sorgho grain entier seraient liées à une meilleure valorisation de l'aliment.

Nos résultats sont contraires de ceux enregistrés par **KONE (2011)**. En effet, chez cet auteur, les oiseaux nourris avec l'aliment mélangé à base de maïs grain broyé ont eu un poids carcasse et un rendement d'abattage supérieur à ceux des oiseaux ayant consommé l'aliment mélangé à base de maïs grain entier. Ce constat serait lié à la conduite de l'élevage, mais aussi au fait que le maïs soit plus énergétique que le sorgho et dépourvu de tanin.

Les oiseaux qui ont consommé l'aliment séquentiel à base de sorgho grain entier ont eu un poids carcasse supérieur à ceux nourris avec le sorgho grain broyé. Cependant les différents rendements carcasses obtenus sont sensiblement identiques (86,57 % pour T3 et 86,54 % pour T4) sans doute du fait de la faible corrélation qui lie le poids carcasse au rendement d'abattage, qui quant à lui, est aussi fonction du poids du 5^e quartier.

Pour ce qui est des différents modes alimentaires, il ressort de cette étude que les oiseaux nourris avec l'aliment mélangé ont eu de meilleurs poids carcasses comparativement à ceux ayant consommé l'aliment séquentiel. Cela pourrait s'expliquer par le fait que l'aliment séquentiel a favorisé plus de dépôt de gras que l'aliment mélangé en relation avec une réduction de la consommation de tel ou tel type d'aliment (sorgho grain broyé ou entier, l'aliment complémentaire) au profit de l'autre. Le déséquilibre du rapport énergie/protéines qui en aurait résulté, aurait entraîné un dépôt important de gras chez les oiseaux nourris en mode séquentiel.

2.2.2.5. Effets de la taille particulière et du mode d'alimentation sur les résultats économiques

Au terme de notre essai l'alimentation mélangée a engendré une charge alimentaire par kilogramme de poids carcasse relativement bas (1223 FCFA pour le lot T1 et 1208 FCFA pour le lot T2) par rapport à celle (1571 FCFA pour le lot T3 et 1403 FCFA pour le lot T4) du mode séquentielle. Cela serait dû aux indices de consommation élevés enregistrés chez les oiseaux conduits en mode alimentaire séquentiel.

Le mode alimentaire mélangé a ainsi révélé une marge brute alimentaire relativement importante (477 FCFA pour T1 et 492 FCFA pour T2) par rapport à celle (129 FCFA pour T3 et 297 FCFA pour T4) du mode alimentaire séquentiel.

Nos résultats sont moins bons par rapport à ceux obtenus par **KONE (2011)** et **ZERBO (2012)**, qui ont utilisé le maïs comme aliment énergétique. En effet, ceci peut être expliqué par le prix d'acquisition plus élevé (300 FCFA) du sorgho pendant notre période d'étude par rapport à celui (185 FCFA) du maïs utilisés par ces auteurs. Ainsi, le coût du kilogramme d'aliment a été aussi plus élevé.

2.3. RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES

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

2.3.1. Recommandations

2.3.1.1. En direction des agriculteurs

Les agriculteurs sénégalais doivent être motivés pour la promotion de l'aviculture. Pour se faire, il est nécessaire de se mettre en coopérative afin de promouvoir la culture en grande quantité de céréales telles que le sorgho, qui est une plante qui ne nécessite pas autant d'eau que le maïs. De plus, le projet « la Grande Offensive Agricole pour la Nourriture et l'Abondance (**GOANA**) », initié par le Président Me Abdoulaye Wade dans le but d'atteindre l'autosuffisance alimentaire dans son pays, est une opportunité pour vulgariser la production en masse du sorgho dont l'utilisation en alimentation avicole a été satisfaisante dans cette étude.

2.3.1.2. Recommandation en direction des acteurs de l'alimentation animale

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

2.3.1.3. Recommandation 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 sur l'aviculture. Aussi, il doit conformément à son programme d'appui aux entreprises agroalimentaires, inciter les industriels à contribuer à l'amélioration génétique des céréales locales grâce à leur appui dans les programmes de recherches scientifiques.

Ces mesures permettraient à l'Etat d'assurer un lien entre les producteurs avicoles et les fabricants d'aliments, créant ainsi un climat de confiance entre les différents acteurs de la filière avicole.

2.3.2. Perspectives de recherches

Pour valider et promouvoir l'alimentation (séquentielle) en aviculture moderne, d'autres études complémentaires doivent être faites sur cette thématique :

- reprendre cette étude après une analyse bromatologique de toutes les matières premières entrant dans la composition des différentes rations de l'essai ;
- reprendre cette étude en faisant varier l'âge d'incorporation des céréales entières dans l'alimentation des oiseaux, ce qui permettra de déterminer l'âge optimal à partir duquel les oiseaux doivent être soumis à ce mode alimentaire ;
- poursuivre ce travail en faisant varier la durée d'accès aux différents types aliments ;
- poursuivre cette étude en faisant varier la présentation de l'aliment complémentaire (miettes, granulé, farine) ;
- poursuivre cette étude en faisant varier les caractéristiques bromatologiques de l'aliment complémentaire (EM, taux protéique).

CONCLUSION

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

Cependant, l'utilisation insuffisante ou inadéquate des intrants locaux rend les aviculteurs sénégalais fortement tributaires des industries, souvent extérieures, faisant de l'aviculture de type moderne une spéculation onéreuse et exogène. A ceci s'ajoute la bonne maîtrise de la technicité qui reste une nécessité pour une meilleure rentabilité de l'aviculture.

L'objectif de notre étude est de mettre en évidence les effets du sorgho broyé et du sorgho grain entier en alimentation séquentielle et mélangée sur les performances zootechniques des poulets de chair au Sénégal.

Notre étude a porté sur 392 poulets de souche Cobb 500, répartis en 4 lots respectivement de 98 ; 98 ; 99 ; 97 sujets pour les lots T1, T2, T3 et T4 à partir de la 3^{ème} semaine d'âge. Chaque lot a été subdivisé en 3 sous lots de 32 ou 33 sujets chacun et répartis dans le poulailler de façon homogène de manière à minimiser les variations dues à l'environnement.

Chaque lot a été nourri suivant une ration et un mode particulier bien défini.

- Lot 1 pour l'alimentation mélangée (sorgho grain broyé incorporé à 60,23 % dans la ration).
- Lot 2 pour l'alimentation mélangée (sorgho grain entier incorporé à 60,23 % dans la ration).

- Lot 3 pour l'alimentation séquentielle (sorgho grain broyé incorporé à 60,23 % dans la ration).
- Lot 4 pour l'alimentation séquentielle (sorgho grain entier incorporé à 60,23 % dans la ration).

Au terme de cette étude, nous avons obtenu les résultats suivants :

- Les poids vifs des oiseaux à 42 jours ont été significativement différents entre le lot 1 et les autres lots. Le traitement T1 a présenté la meilleure évolution pondérale avec un poids vif (à 42 jours) de 1849,54g, contre 1821,25 g pour le traitement T2, 1629,44 g pour le traitement T3 et 1746,36 g pour le traitement T4.
- Le gain moyen quotidien (GMQ) dans le lot témoin (1) a été plus élevé que dans les autres lots. Cette augmentation est de 1,99% par rapport au traitement T2, de 18,02 % par rapport au traitement T3, et de 8,61 % par rapport au traitement T4. Quand au mode alimentaire mélangé, il a entraîné une augmentation du GMQ de 12,45 % par rapport au mode alimentaire séquentiel.
- Il n'y a eu aucune différence significative au niveau de la consommation alimentaire individuelle entre les traitements.
- Les indices de consommation globaux enregistrés sont significativement différents en fonction du mode alimentaire. Ils sont respectivement de 3,04, 3,07, 3,93 et 3,50 pour les traitements T1, T2, T3 et T4. Les meilleurs indices de consommation globaux ont été obtenu chez les oiseaux ayant consommé l'aliment en mode mélangé.
- Les poids carcasses obtenus pour les traitements T1, T2, T3, et T4 sont respectivement de 1589,86 g ; 1598,72 g ; 1409,11 g ; et 1512,25g. Le mode alimentaire mélangé a favorisé une augmentation de poids carcasse de 8,38 % par rapport au mode alimentaire séquentiel.

- Les rendements d'abattage obtenus dans les traitements T2, T3, et T4 ne diffèrent pas entre eux. Cependant, une différence significative a été observée entre T1 et T2.
- Aucune mortalité n'a été enregistrée chez les animaux des traitements T2 et T4. Par contre, il a été observé deux cas de mortalité dans chacun des traitements T1 et T3 durant la période d'essai.
- Au plan économique, le mode alimentaire mélangé a ainsi révélé une meilleure marge bénéficiaire (477 FCFA pour T1 et 492 pour T2) par rapport au mode alimentaire séquentiel (128,65 FCFA pour T3 et 297 FCFA pour T4).

Au terme de notre étude ressort que l'alimentation mélangée a produit des améliorations zootechniques et économiques supérieures à celles de l'alimentation séquentielle. Nous avons obtenu de bons résultats à l'échelle expérimentale, mais encore faut-il se demander si cette approche alimentaire donnera les mêmes résultats à l'échelle des grands élevages en milieu réel. Pour répondre à cette interrogation complexe nous recommandons que cette étude soit poursuivie en prenant en compte tous les facteurs pouvant influencer les performances zootechniques des poulets de chair. Il s'agira par exemple de déterminer l'âge optimal d'incorporation des céréales entières dans la ration des oiseaux, de la durée optimale des séquences et du meilleur pourcentage des protéines de l'aliment complémentaire. Ces travaux permettront de valider cette approche alimentaire, donc de la promouvoir auprès des aviculteurs.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1) **Allanonto V., 2011.** Alimentation séparée ou mélangée à base de maïs chez le poulet de chair en saison fraîche au Sénégal. Thèse vétérinaire, Dakar, n°5, 94p.
- 2) **Anselme B., 1987.** L'alimentation composée pour volaille au Sénégal : Situation actuelle, contribution à son amélioration par une meilleure valorisation des ressources nutritionnelles locales. Thèse Vétérinaire, Toulouse, n° 87, 103p.
- 3) **Angulo C., 1986.** Ressources nutritionnelles locales dans un pays tropical. Revue de l'alimentation animale, (395) : 41-48.
- 4) **Armanious W., Briton W.M et Fuller H.L., 1973.** Effect of methionine and choline on tannic acids acids and tannin toxicity in the laying hen. Poultry Sci., 52 : 2160-2168.
- 5) **Azebaze P., 2008.** Essais de substitution du maïs par le sorgho et effets sur les performances zootechniques des poulets de chair. Thèse Vétérinaire, Dakar, n° 13, 73p.
- 6) **Bermejo R., Houben D. et Zeigler H.P., 1994.** Dissecting the conditioned pecking response, an integrated system for the analysis of pecking response parametrs.J. Exp. Anal. Behav., 61: 517-527.
- 7) **Bizaray D., Leterrier C., Constantin P., Picard M., Faure J.M., 2002.** Sequential feeding can increase activity and improve gait score in meat-type chickens. Poultry Science, 81(12) : 1798-1806.

- 8) **Blair R., Dewar W., Downie J.N., 1973.** Egg production responses of hens given a complete mash or unground grain together with concentrate pellets. *British Poultry Science*, 14 : 373-377.
- 9) **Bordas A. et Minvielle F., 1997.** Réponse à la chaleur de poules pondeuses issues de lignées sélectionnées pour une faible (R-) et forte (R+) consommation alimentaire résiduelle. *Genet. Sel. Evol*, 29 : 279-290.
- 10) **Brugere-Picoux J., Silim A., 1992.** Particularités de la physiologie des oiseaux In manuel de pathologie aviaire. chaire de pathologie médicale du bétail et des animaux de basse-cour. école nationale vétérinaire d'alfort.
- 11) **Cabrera M.R., 1994.** Effects of sorghum genotype and particle size on milling characteristics of finishing pigs, broiler chicks and laying hens. Thèse Vétérinaire, Kansas University (Manhattan).
- 12) **Carré B., Beaufils E. et Melcion J.P., 1991.** Evaluation of protein and starch digestibilities and energy value of pelleted or unpelleted pea seeds from winter or spring cultivars in adult and young chickens. *J. Agric. Food Chem.*, 39 : 468-472.
- 13) **Carré 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.
- 14) **Chevalier D., André S., Merlet F., Besson M., Milier E., Bouvarel I., 2007.** Incorporation de céréales à la ferme dans l'alimentation des volailles de chair en filière longue. Septièmes Journées de la Recherche Avicole, 28 et 29 mars 2007, Tours.

- 15) **CMA / AOC, 2005.** Production documentaire et statistique sur le coton, le palmier à huile, le lait, l'apiculture, l'aviculture et le crédit rural en Afrique de l'Ouest et du Centre (AOC).
- 16) **CNA, 2006.** Statistiques de la filière avicole moderne de 1996 à 2006. DIREL, Dakar.
- 17) **Conan L., Barrier – Guillot B., Widiez J.L., 1992.** Teneur en énergie métabolisable des cereals français pour les volailles. Synthèse d'enquêtes annuelles. INRA Prod Anim., 5 : 329-338.
- 18) **Cothenet G., Bastianelli D., 1999.** Les matières premières disponibles pour l'alimentation des volailles en zone chaude. In production de poulets de chair. Edition ITAVI, Paris, 112p.
- 19) **Covasa M. et Forbes J.M., 1994.** Performances of broiler chickens as affected by split time feeding and wheat diluted diet. Proc. 9th European Poultry Conf., WPSA United Kingdom Branch, Roslin (UK), vol 1: 457-458.
- 20) **Cowan P.J. et Michie W. 1977.** Choice feeding of the turkey use of a high protein concentrate fed with either whole wheat barley oats or maize, Z. Tierphysiol. Tierernahr, Futtennittelkd, 39 (3) : 124-130.
- 21) **Daghir N.J., 1985.** Nutrient requirements of laying hens under high temperature conditions. In: Poultry production in hot climates of middle east and fareast. 2nd international DLG-symposium, 16-18 juin Gostar-Hahnenklee, RFA : 81-98.
- 22) **Dayon J. et Arbelot B., 1997.** Guide d'élevage des volailles au Sénégal. ISRA-LNERV. Dakar.

- 23) **Diagne M.M., 2008.** Analyse de la compétitivité de la filière avicole semi-industrielle dans la zone des Niayes. Mémoire Ingénieur Agronome, Université de Thiès.
- 24) **Diop A., 1982.** Le poulet de chair au Sénégal, production, commercialisation et perspectives de développement. Thèse Vétérinaire Dakar, n°8, 123p.
- 25) **DIREL/CNA, 2008.** Données statistiques sur l'évolution des productions avicoles au Sénégal.
- 26) **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.
- 27) **FAO, 1990.** Manuels sur le contrôle de la qualité des produits alimentaires Vol 10. Training in mycotoxins analysis. F.A.O. Rome. 148p.
- 28) **Ferrando R., 1969.** Alimentation du poulet de chair et de la poule pondeuse. Vigot Frères. Paris : 190p.
- 29) **Filmer D., 1996.** Wheat or low protein? Flockman Newsletter no 2, Nov 1996, 1-2.
- 30) **Francis C.A., MacLeod M.G. et Anderson J.E., 1991.** Alleviation of acute heat stress by food withdrawal or darkness. British Poultry Science, 32 : 219-225.
- 31) **Franck Y., 1980.** L'alimentation rationnelle des poulets de chair et des pondeuses. ITAVI. Paris : 41p.

- 32) **Gabriel I., Mallet S., Leconte M., Fort G. et Naciri M., 2003.** Effet des graines entières de blé présentées en libre choix sur la résistance à la coccidiose due à *E. tenella* chez le poulet label (1-4) In : Cinquièmes Journées de la Recherche Avicole, 26 et 27 mars 2003, Tours.
- 33) **Gabriel I., Mallet S. et Sible P., 2005.** La microflore digestive des volailles, facteurs de variation et conséquences pour l'animal. *INRA prod. Anim*, 18(5) : 309-322.
- 34) **Geraert P.A., 1991.** Métabolisme énergétique du poulet de chair en climat chaud. *ISRA Prod Anim.*, 4 (3) : 257-267.
- 35) **Gerard C., 1997.** En Belgique, le poulet valorise le blé. *Réussir Aviculture*, 26:20-22.
- 36) **Gous R.M. et Preez J.J., 1975.** The sequential feeding of growing chickens. *British Journal of Nutrition*, 34 : 113-118.
- 37) **Grashorn M., 1994.** Investigation of the aetiology and pathology of sudden death syndrome in meat-type chickens. *Arch Geflügelk*, 58 : 243-244.
- 38) **Gualtieri M. et Rapaccini S., 1990.** Sorghum grain in poultry feeding. *World's Poultry Science*, 46 : 246-252.
- 39) **Guèye A., Sylla M., Diouf A., Touré I., Camicas J.L., 2004.** Distribution et variations d'abondance saisonnière d'*Argas persicus* au Sénégal. *Revue Elevage Pays Tropical. Médecine Vétérinaire*, 57 (1-2) : 65-70.

- 40) **Hausberger M., 1992a.** Visual pecking preferences in domestic chicks. Part I. Responses of different breeds of chick to different sorts of seeds. *Compte-Rendu Académie des Sciences, Paris Série III*, 314 : 273-278.
- 41) **Hausberger M., 1992b.** Visual pecking preferences in domestic chicks. Part II. The role of experience in their maintenance or not. *Compte-Rendu Académie des Sciences, Paris Série III*, 314 : 331-335.
- 42) **Hulse J.H., Laing E.M. et Pearson O.E., 1980.** Sorghum and millets : Their composition and nutritive value. New York : Academic Press, 997p.
- 43) **Hutchinson J.C.D. et Taylor W.W., 1962.** Mechanics of pecking grain In : *Proc. XII World Poultry Congr* : 112-116.
- 44) **Idi A., 1997.** Effets de la viscosité générée par les arabinoxylanes hydrosolubles du blé sur les digestions chez le poulet. Mémoire: DEA: Nutrition animale : Université Aix (faculté des Sciences) Marseille.
- 45) **IEMVT., 1991.** Aviculture en zone tropicale.-Paris : Ministère française de la coopération et du développement : Manuel et précis d'élevage, 186p.
- 46) **Irbrahim S., Fischer C., Elalaily H., Soliman H., Anwar A., 1988.** Improvement of the nutritional quality of Egyptian and Sudanese sorghum grains by the addition of phosphates. *British poultry Science*, 29 : 721-728.
- 47) **I.S.A., 1985.** Guide d'élevage du poulet de chair. ISA. Lyon.

- 48) **Johnston A.N.B. et Burne T.H.J., 2008.** Aposematic colouration enhances memory formation in domestic chicks trained in a weak passive avoidance learning paradigm. *Brain Research Bulletin* 76 : 313-316.
- 49) **Koffi Y., 2010.** Effets des phytases d'origine bactérienne et fongique sur la croissance des poulets de chair au Sénégal
- 50) **Kolb., 1975.** *Physiologie des animaux domestiques: Ed Vigot et frères. Paris, 974p.*
- 51) **Koné M., 2011.** Les effets du maïs grain entier ou broyé en alimentation séquentielle ou mélangée sur les performances zootechniques des poulets de chair au Sénégal (période froide). Thèse vétérinaire, Dakar, n°19, 95p.
- 52) **Lachapelle, 1995.** Manuel d'aviculture moderne. A l'intention des futurs entrepreneurs en aviculture. ENSA, Thiès, 105p.
- 53) **Larbier M. et Leclerck B., 1992.** Nutrition et alimentation des volailles. INRA. Paris, 355p.
- 54) **Le Dourain P., 1997.** Système Flockman : le blé entier ajuste la ration. *Réussir Aviculture*, 26 : 23-24.
- 55) **Leeson S. et Caston L.J., 1993.** Production and carcass yield of broilers using free-choice cereal feeding. *J.Appl. Res*, 2 : 253-258.
- 56) **Loul S., 1998.** Alimentation discontinue ou séparée en céréales chez les poulets de chair en zone tropicale. Thèse Vétérinaire, Dakar, n° 19, 69p.

- 57) **Ly C., Savane M., Seck M.T. et Faye A., 1999.** L'aviculture rurale au sud du Sénégal. Cahiers Agriculture 8 : 123-125.
- 58) **Mabalo K., 1993.** Influence de l'apport du phosphore sur la consommation alimentaire, le métabolisme phosphocalcique et les performances de croissance du poulet de chair en milieu sahélien. Thèse Vétérinaire, Dakar, 20.
- 59) **Mastika M. et Cumming R.B., 1987.** Effect of previous experience and environmental variations on the performance and pattern of feed intake of choice fed and complete fed broilers : D.J. Farrel (ed), Recent advances in animal nutrition in australia, University of News england (AUS)
- 60) **McNab J.M. et Boorman K.N., 2002.** Poultry Feedstuffs supply, Composition and Nutritive Value : CABI Publishing. Wallingford, 427p.
- 61) **Mcnaughton J.L. et Recce F.N., 1984.** Factors affecting pelling response. Influence of dietary in broiler starter diets. Poultry Science, 63 : 682-685.
- 62) **Melcon J.P., 2000.** La granulométrie de l'aliment : principe, mesure et obtention. INRA Prod Anim., 13(2) : 81-97.
- 63) **Mercier C., Charbonnier. et Guilbot A., 1968.** Influence d'un traitement par pression sur la structure granulaire de différents amidons et sur leur sensibilité aux enzymes. Stärke, 20 : 6-11.
- 64) **Mirsalimi S.M., Julian R.J. et Squires E.J., 1993.** Effects of hypobaric hypoxia on slow and fast growing chickens fed diets with high and low proteins levels. Avian Dis, 37 : 660-667.

- 65) **Missohou A., Diéye P. N. et Talaki E., 2002.** Rural poultry production and productivity de ponte en cage individuelles à deux températures. *Ann. Génét. Sél. Anim*, 4 (2) : 214-244.
- 66) **Mitchell 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. *Poultry Science*, 51 : 506-510.
- 67) **Montjoie Y., 1995.** Une technique d'alimentation courante aux pays-Bas : du blé entier pour abaisser le prix de revient du poulet. *Filière Avicoles*, déc 1995, 64-67.
- 68) **Mpouok O., 1999.** Contribution à la mise au point d'un référentiel sur la qualité des matières premières utilisées en aviculture au Sénégal. Application à la formation des rations alimentaires. Thèse vétérinaire, Dakar, n° 1, 85p.
- 69) **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. *British Poultry Science*, 36 : 277-284.
- 70) **Nathalie M., Faruk M.U., Lucien R., Philippe L., Isabelle B., 2009.** Incorporation de blé entier dans l'alimentation de poules pondeuses selon différentes modalités d'apport : en conditions proches de la pratique. Huitièmes Journées de la Recherche Avicole, 25 et 26 mars 2009, St Malo.
- 71) **Nielsen B.L., 1999.** On the interpretation of feeding behavior measures and the use of feeding rate as an indicator of social constraint. *Appl. Anim. Behav. Sci*, 63 : 79-91.

72) **Nielson B.L., 1990.** On the interpretation of feeding behavior measures and the use of feeding rate as an indicator of social constraint. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 63 : 79-91.

73) **Nga O.S.N., 2009.** Effet de la nature des céréales et de la taille particulière sur les performances zootechniques des poulets de chair. Thèse vétérinaire, Dakar, n° 18, 90p.

74) **Nir I., Shefet G. et Aaroni Y., 1994.** Effect of particle size on performance. 1. *Corn . Poultry Science*, 73 (1) : 45-49.

75) **Noirot V., Bouvarel I., Barrier-Guillot B., Castaing J., Zwick J.L., Picard M., 1998.** Céréales entières pour les poulets de chair: le retour? *INRA Prod Anim.*, 11(5) : 349-357.

76) **Noirot V., Bouvarel I., Azam P., Roffidal L., Barrier-Guillot B., Castaing J., Picard M., 1999.** Du blé entier dans l'alimentation du poulet de chair de type « standard » : troisième Journées de la Recherche Avicole, mars 1999, Saint-Malo : 117-120.

77) **Peterson V.E., 1969.** A comparison of the feeding value for broilers if corn, grain sorghum, barley, wheat and oats, and the influence of the various grains on the composition and taste of broiler meat. *Poultry Science*, 48 : 2006-2013.

78) **Picard M., Sauveur B., Ferrandji F., Angulo I., Mongin P., 1993.** Ajustement technico-économique possible de l'alimentation des volailles dans les pays chauds. *NRA Prod Anim.*, 6(2) : 87-103.

79) **Picard M., Le Fur C., Melcion J.P., Bouchot C., 2000.** Caractéristiques granulométriques de l'aliment : le « point de vue » (et de toucher) des volailles. INRA Prod Anim, 13 : 117-130.

80) **Piron F., Beckers Y., Ounissi K., Lenartz J., Théwis A., 2007a.** Comparaison de quatre modalités de présentation du blé chez le poulet de chair. Septièmes Journées de la Recherche Avicole, 28 et 29 mars. Tours.

81) **Plavnik I., Wax E., Sklan D. et Hurwitz S., 1997.** The response of broiler chickens and turkey poults to steam-pelleted diets supplemented with fat or carbohydrates. Poultry Science, 76 : 1006-1013.

82) **Portella F.J., Caston L.J. et Leeson S., 1988.** Apparent feed particle size preference by broilers. Canadian Journal of Animal Science, 68 : 923-930.

83) **Quentin M., Bouvarel I., Bastianelli D. et Picard M., 2004.** Quels besoins du poulet de chair en acides aminés essentiels ? une analyse critique de leur détermination et quelques outils pratiques de modélisation. I.N.R.A. production animale, 17 (1) : 19-34.

84) **Quentin M. et Clave H., 2005.** Granulophilie du poulet label? Comprendre le choix des volailles pour conseiller les fabricants à la ferme. Sciences et Techniques Avicoles, n° 55.

85) **Rose S.P., Fielden M., Foote W.R., Gardin P., 1995.** Sequential feeding of whole wheat to growing broiler chickens. British Poultry Science, 36 : 97-111.

86) **Rose S.P. et Lambie I.T.M., 1986.** Comparison of a choice feeding regime for broiler under continuous and intermittent lighting programmes. Septième conférence Européenne d'Aviculture, WPSA Branche Française, Saint cyr sur Loire (FRA), Vol2 : 903-904.

87) **Rose S.P. et Kyriasakis I., 1991.** Det selection of pigs and poultry. Proc. Nut. Soc, 50 : 87-98.

88) **Rose S.P., Fielden M., Foote W.R. et Gardin P., 1995.** Sequential feeding of whole wheat to growing broiler chickens. British Poultry Science, 36 : 97-111.

89) **Rouselle V. et Rudeaux F., 1994.** Moins de passages de chariots : une alimentation plus équilibrée. L'aviculteur, 556 : 65-67.

90) **Rys R. et Koreleski J., 1980.** Effect of alternately fed diets with different protein level on performance of broiler chickens. Archiv Für Geflügelkunde, 30 : 133-139.

91) **Salah Uddin M., Rose S.P., Hiscok T.A. et Bonnet S., 1996.** A comparison of the energy availability for chickens of ground and whole grain samples of two wheat varieties. British. Poultry. Science, 37 : 347-357.

92) **Sanofi., 1996.** Guide de l'Aviculture Tropicale. Libourne-France, 117p.

93) **Scholtyssek S., Seemann M. et Seemann G., 1983.** Mastleistung und Schlachtk.reperqualit.t nach Wahlf.tterung von Broilern (I. Mitteilung). Arch. Grefl.gelk, 47 : 166-174.

- 94) **Schwarz H.J., Peter V. et Mazanowski A., 1987.** Internationales Handbuch der Tierproduktion. : D.L. V-Berlin, 600p.
- 95) **Shen H., Summer 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.
- 96) **Smith A.J., 1992a.** L'élevage de la volaille. Maisonneuve et Larose, Paris.
- 97) **Smith A.J., 1992b.** L'élevage de la volaille. Les techniques d'agriculture tropicale, vol 1 et 2, 368p.
- 98) **Scott M.D. et Mccann M.E.E., 2005.** Effect of wheat variety and enzyme addition on laying hen performance. World's Poultry Science Association UK Branch, York : 34-35.
- 99) **Svihus B., Juvik E., Hetland H. et Krogdahl A., 2004.** Causes for improvement in nutritive value of broiler chicken diets with whole wheat instead of ground wheat. British. Poultry. Science, 45 : 55-60.
- 100) **Teno G., 2009.** Etude des déterminants de la consommation du poulet du pays : Cas de la région de Dakar. Thèse Vétérinaire, Dakar, n° 36.
- 101) **Traoré E.H., 2006.** Première évaluation de la structure et l'importance du secteur avicole commercial et familial en Afrique de l'Ouest : rapport du Sénégal. FAO. Rome.
- 102) **UNAFSA. 2009.** Communication aux deuxièmes Journées Techniques Avicoles de l'UOFA-UEMOA, 16-17-18 juin 2009, Dakar.

- 103) **Vergara P., Jimenez M., Ferrando C., Fernandez E. et Gonalons E., 1989.** Age influence on digestive transit time of particulate and soluble markers in broiler chickens. *Poultry. Science*, 68 : 185-189.
- 104) **Vilarino M., Picard M.L., Melcion J.P. et Faure J.M., 1996.** Behavioral adaptation of laying hens to dilution of diets under mash and pellet form. *British Poultry Science*, 37: 895-907.
- 105) **Vilarino M.M., 1997.** Identification de l'aliment par le jeune poulet de chair (*Gallus gallus domesticus*). Thèse vétérinaire, Rennes (ENSA), 175p.
- 106) **Volailles, 2005.** Revue scientifique, technique et économique du secteur avicole en Tunisie, 34 : 2-3.
- 107) **Waldenstedt L., Elwinger K., Hooshmand-Rad P., Thebo P. et Ugglå A., 1998.** Comparison between effects of standard feed and whole wheat supplemented diet on experimental *Eimeria tenella* and *Eimeria maxima* infections in broiler chickens. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 39 : 461-471.
- 108) **Warner A.C.I., 1981.** Rate of passage of digesta through the gut of mammals and birds. *Nutr. Abstr. Rev. Series B*, 51 : 789-820.
- 109) **Yasar S., 2003.** Performance, gut size and ileal digesta viscosity of broiler chickens fed whole wheat added diet and the diets with different wheat particle sizes. *International Journal of Poultry Science*, 2 (1) : 75-82.
- 110) **Yo T., Picard M., Guerin H., Dauvilliers P., 1994 (b).** Essai d'alimentation séparée des poulets de chair en zone tropicale. IDESSA – Bouaké (Côte d'Ivoire). *Revue Elev. Med. Vét. Pays Trop.*, 47(3) : 319-327.

111) **Zerbo H., 2012.** Effets du maïs grain entier et broyé en alimentation séquentielle et mélangée chez le poulet de chair au Sénégal. Thèse Vétérinaire, Dakar, n°4, 90p.

WEBOGRAPHIE

- 1) **Missohou A., Dièye P. N., Talaki E, 2002.** Rural poultry production and productivitu in southern Senegal 2002. [Resource électronique], accès internet : <http://www.Irrd14/2/miss142htm>. (consulté le 5/11/2011).

- 2) **Rooney L., Donough C.M. et Dykes L.** Les mythes du sorgho avec tannins; [en ligne]
Accès,internet:<http://www.ianr.unl.edu/INTSORMIL/SMTannins/MythssorghumFrench.pdf>.2p. (consultée le 12/10/2011).

- 3) **Beigbeder J., 2009.** Origine et histoire du maïs. Interview Euromaïs. Acces internet : <http://www.semencemag.fr/images/fiches/trans-beigbeder-origine-historique-maïs.pdf>, page : 1-2 (consultée le 22/ 10/2011)

SERMENT DES VETERINAIRE 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 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»

**LES EFFETS DU SORGHO GRAIN ENTIER ET BROYE EN
ALIMENTATION SEQUENTIELLE ET MELANGEE SUR LES
PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES DES POULETS DE CHAIR AU
SENEGAL (PERIODE FROIDE)**

RESUME

L'objectif de notre étude est de mettre en évidence les effets du sorgho broyé et du sorgho grain entier en alimentations séquentielle ou mélangée sur les performances zootechniques des poulets de chair au Sénégal. Elle a porté sur 392 poulets de souche Cobb 500, répartis en 4 lots respectivement de 98 ; 98 ; 99 ; 97 sujets pour les lots T1, T2, T3 et T4 à partir de la 3^{ème} semaine d'âge. Chaque lot a été subdivisé en 3 sous lots de 32 ou 33 sujets.

Les résultats suivants ont été obtenus :

- Les poids vifs respectifs à 43 jours ont été de 1849,54g pour le lot 1, 1821,25 g pour le lot 2, 1629,44 g pour le lot 3 et 1746,36 g pour le lot 4.
- Le mode alimentaire mélangé a entraîné une augmentation du GMQ de 12,45 % par rapport au mode alimentaire séquentiel.
- Il n'y a eu aucune différence significative au niveau de la consommation alimentaire individuelle entre les traitements.
- Les indices de consommation obtenus sont de 2,28 pour T1, de 2,48 pour T2, de 3,11 pour T3, et de 2,59 pour T4), mais elle s'est dégradée en phase finition jusqu'à 6,10 pour le traitement T3.
- Le mode alimentaire mélangé (1589,86 g pour T1, 1598,72 g pour T2) a favorisé une augmentation de poids carcasse de 8,38 % par rapport au mode alimentaire séquentiel (1409,11 g pour T3, 1512,25 g pour T4).
- Les rendements d'abattage obtenus dans les traitements T2, T3, et T4 ne diffèrent pas significativement entre eux. Cependant, une différence significative a été observée entre T1 et T2.
- Au plan économique, le mode alimentaire mélangé (650 FCFA pour T1 et 640 pour T2) a ainsi révélé une meilleure marge bénéficiaire par rapport à celle du mode alimentaire séquentiel (340 FCFA pour T3 et 490 FCFA pour T4).

Mots clés : poulet de chair-sorgho- alimentation séquentielle ou mélangée-période froide

ADRESSE DE L'AUTEUR :

Yves Kouamé KOCOUN

Psoas2007@yahoo.fr

Tel (00221)777016730

BP268 Yamoussoukro (Côte d'Ivoire)

BP 5077 Dakar(Sénégal)