

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

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



ANNEE 2011

N° 19

LES EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER OU BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE OU MELANGEE SUR LES PERFORMANCES ZOOTECNIQUES DES POULETS DE CHAIR AU SENEGAL (PERIODE FROIDE)

THESE

Présentée et soutenue publiquement le **Samedi 23 Juillet 2011** à **09 heures** devant la Faculté de
Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie de Dakar

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

Par

Mouhamadou KONE

Né le **19 Mai 1980** à **Tengrela (Côte d'Ivoire)**

JURY

Président :

M. Emmanuel BASSENE

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

Directeur et Rapporteur de Thèse :

M. Ayao MISSOHOU

Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar

Membres:

M. Serge Niangoran BAKOU

Maître de conférences agrégé à l'EISMV de Dakar



ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERINAIRES DE DAKAR

**BP 5077-DAKAR (Sénégal)
Tel. (221) 33 865 10 08- Télécopie (221) 33 825 42**

COMITE DE DIRECTION

LE DIRECTEUR

Professeur Louis Joseph PANGUI

LES COORDONNATEURS

**Professeur Justin Serge BAKOU
Coordonnateur Recherche / Développement**

**Professeur Germain Jérôme SAWADO
Coordonnateur des Stages et de la
Formation Post-Universitaires**

**Professeur Moussa ASSANE
Coordinateur des Etudes**

Année Universitaire 2010 – 2011

PERSONNEL ENSEIGNANT

☞ **PERSONNEL ENSEIGNANT E.I.S.M.V**

☞ **PERSONNEL VACATAIRE (PREVU)**

☞ **PERSONNEL EN MISSION (PREVU)**

☞ **PERSONNEL ENSEIGNANT CPEV**

A. DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET PRODUCTIONS ANIMALES

CHEF DE DEPARTEMENT : Ayao MISSOHOU, Professeur

SERVICES

1. ANATOMIE-HISTOLOGIE-EMBRYOLOGIE

Serge Niangoran BAKOU	Maître de conférences agrégé
Gualbert Simon NTEME ELLA	Assistant
Mr Bernard Agré KOUAKOU	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mr Valery claire SENIN	Moniteur

2 CHIRURGIE –REPRODUCTION

Papa El Hassane DIOP	Professeur
Alain Richi KAMGA WALADJO	Maître-Assistant
Mr Abdoulaye SOUMBOUNDOU	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mr Mouhamadou KONE	Moniteur

3 ECONOMIE RURALE ET GESTION

Adrien MANKOR	Assistant
Mr PUEJEAN	Assistant
Mr Sionfoungo Daouda SORO	Moniteur

4 PHYSIOLOGIEPHARMACODYNAMIE-THERAPEUTIQUE

Moussa ASSANE	Professeur
Rock Allister LAPO	Maitre-Assistant
Mr Adama FAYE	Moniteur

5 PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES

Germain Jérôme SAWADOGO	Professeur
Mr Adama SOW	Assistant
Mr Kalandi MIGUIRI	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mr Dieudonné TIALLA	Moniteur

6 ZOOTECHNIE-ALIMENTATION

Ayao MISSOHOU	Professeur
Simlice AYSSIWEDE	Assistant
Mr Jean de Caspistant ZANMENOU	Moniteur

B. DEPARTEMENT DE SANTE PUBLIQUE ET ENVIRONNEMENT

CHEF DE DEPARTEMENT : Rianatou BADA ALAMBEDI, Professeur

SERVICE

1 HYGIENE ET INDUSTRIE DES DENREES ALIMENTAIRES D'ORIGINE ANIMALE (HIDAOA)

Serigne Khalifa Babacar SYLLA	Assistant
Bellancille MUSABYEMARIYA	Assistante
Mr Luc LOUBAMBA	Moniteur
Mr Abdoulaye DIEYE	Moniteur

2 MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE-PATHOLOGIE INFECTIEUSE

Justin Ayayi AKAKPO	Professeur
Rianatou BADA ALAMBEDI	Professeur
Philippe KONE	Maître-Assistant
Mr Passoret VOUNBA	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mr Mathias Constantin YANDIA	Moniteur

3 PARASITOLOGIE-MALADIES PARASITAIRES-ZOOLOGIE APPLIQUEE

Louis Joseph PANGUI	Professeur
Oubri Bassa GBATI	Maître – Assistant
Mr Ziékpoho COULIBALY	Moniteur

4 PATHOLOGIE MEDICALE-ANATOMIE PATHOLOGIQUE- CLINIQUE AMBULANTE

Yalacé Yamba KABORET	Professeur
Yaghouba KANE	Maître de conférence agrégé
Mireille KADJA WONOU	Assistante
Mr Mathioro FALL	Moniteur
Mr Karamoko Abdoul DIARASSOUBA	Moniteur
Mr Medoune BADIANE	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mr Omar FALL	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mr Alpha SOW	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mr Abdoulaye SOW	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mr Ibrahima WADE	Docteur Vétérinaire Vacataire
Mr Charles Benoît DIENG	Docteur Vétérinaire Vacataire

5 PHARMACIE-TOXICOLOGIE

Gilbert Komlan AKODA	Maître-Assistant
Assiongbon TEKOU AGBO	Chargé de recherche
Mr Abdou Moumouni ASSOUMY	Assistant

C. DEPARTEMENT COMMUNICATION

CHEF DE DEPARTEMENT : Yalacé Yamba KABORET, Professeur

SERVICES

1. BIBLIOTHEQUE

Mme Mariam DIOUF

Documentaliste

2. SERVICE AUDIO-VISUEL

Bouré SARR

Technicien

3. OBSERVATOIRE DES METIERS DE L'ÉLEVAGE (O.M.E.)

D. SCOLARITE

Mlle Aminata DIAGNE

Assistante

Mr Théophraste LAFIA

Vacataire

Mlle Ainsley LICKIBI

Moniteur

PERSONNEL VACATAIRE (Prévu)

1 BIOPHYSIQUE

Boucar NDONG

Assistant
Faculté de Médecine et de
Pharmacie
UCAD

2 BOTANIQUE

Dr Kandioutra 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 de la Terre

(I.S.T.)

4 ZOOTECHNIE

Abdoulaye DIENG

Docteur Ingénieur ;
ENSA-THIES

Alpha SOW

Docteur vétérinaire vacataire
PASTAGRI

El Hadji Mamadou DIOUF

Docteur vétérinaire vacataire
SEDIMA

5 H I D A O A :

Malang SEYDI

Professeur
E.I.S.M.V – DAKAR

6 PHARMACIE-TOXICOLOGIE

Amadou DIOUF

Professeur
Faculté de Médecine et de
Pharmacie
UCAD

Pharmacie

7 MICROBIOLOGIE- IMMUNOLOGIE PATHOLOGIE INFECTIEUSE

Justin Ayayi AKAKPO
Pape Serigne SECK

Professeur
Docteur Vétérinaire ISRA –

DAKAR

PERSONNEL EN MISSION (Prévu)

1 TOXICOLOGIE CLINIQUE

Abdoulaziz EL HRAIKI
Vétérinaire Hassan II (Rabat) Maroc

Professeur
Institut Agronomique et

2 REPRODUCTION

Hamidou BOLY

Professeur
Université de Bobo-Dioulasso
(Burkina Faso)

3 PARASITOLOGIE

Salifou SAHIDOU
(Bénin)

Professeur
Université Abobo-Calavy

4. ZOOTECHNIE-ALIMENTATION ANIMALE

Jamel RKHIS

Professeur
Ecole Nationale de Médecine
Vétérinaire de TUNISIE

PERSONNEL ENSEIGNANT CPEV

1 MATHEMATIQUES

Abdoulaye MBAYE
Technique Assistant
Faculté des Sciences et
UCAD

2 PHYSIQUE

Amadou DIAO
Techniques Assistant
Faculté des Sciences et
UCAD

Travaux Pratiques

Oumar NIASS
Techniques Assistant
Faculté des Sciences et
UCAD

3 CHIMIE ORGANIQUE

Aboubacary SENE
Techniques Maître-Assistant
Faculté des Sciences et
UCAD

4 CHIMIE PHYSIQUE

Abdoulaye DIOP
Mame Diatou GAYE SEYE
Techniques Maître de Conférences
Maître de Conférences
Faculté des Sciences et
UCAD

Travaux Pratiques de CHIMIE

Assiongbon TECKO AGBO
Assistant
EISMV – DAKAR

Travaux Dirigés de CHIMIE

Momar NDIAYE
Techniques Maître-Assistant
Faculté des Sciences et
UCAD

<p>5 BIOLOGIE VEGETALE Dr Aboubacry KANE Dr Ngansomana BA</p>	<p>Maître-Assistant (Cours) Assistant Vacataire (TP) Faculté des Sciences et</p>
Techniques	UCAD
<p>6 BIOLOGIE CELLULAIRE Serge Niangoran BAKOU</p>	<p>Maître de conférences agrégé EISMV – DAKAR</p>
<p>7 EMBRYOLOGIE ET ZOOLOGIE Malick FALL</p>	<p>Maître de Conférences Faculté des Sciences et UCAD</p>
Techniques	
<p>8 PHYSIOLOGIE ANIMALE Moussa ASSANE</p>	<p>Professeur EISMV – DAKAR</p>
<p>9 ANATOMIE COMPAREE DES VERTEBRES Cheikh Tidiane BA</p>	<p>Professeur Faculté des Sciences et</p>
Techniques	UCAD
<p>10 BIOLOGIE ANIMALE (Travaux Pratiques)</p>	
<p>Serge Niangoran BAKOU Oubri Bassa GBATI Gualbert Simon NTEME ELLA</p>	<p>Maître de conférences agrégé EISMV – DAKAR Maître - Assistant EISMV – DAKAR Assistant EISMV – DAKAR</p>
11. GEOLOGIE :	
FORMATIONS SEDIMENTAIRES	
Raphaël SARR	<p>Maître de Conférences Faculté des Sciences et Techniques UCAD</p>
HYDROGEOLOGIE	
Abdoulaye FAYE	<p>Maître de Conférences Faculté des Sciences et</p>
Techniques	UCAD
12. CPEV	
<u>Travaux Pratiques</u>	
Mr Ainsley LICKIBI	Moniteur

A ALLAH le Miséricordieux et le très Miséricordieux,

**« Qui a tout créé et à qui tout retournera ».Je vous retourne ce modeste qui le
vôtre. Je te dis merci de m’avoir assisté, protégé et donné la santé, la force et le
courage nécessaires pour arriver en beauté à ce marathon acharné de cinq ans.**

IN MEMORIAM

Je dédie ce travail :

- A la mémoire de mon frère, cousin et ami d'enfance **KONE Karim** ;
Au moment où bouillait en nous, la folle envie de réussir à nos études et nos différents projets d'enfance, le Tout Puissant **T'**a rappelé précocement auprès de **LUI** malgré la fertilité de ta substance grise ; laissant derrière **TOI** une famille inconsolable, désespérée et nos nombreux projets d'enfance non réalisés. Pourquoi sitôt ? Mais la volonté de Dieu n'est pas négociable sinon j'aurais négocié le report de ta mort.
Repose en paix **Mon Frère** et sache qu'on se rappellera de **TOI** à jamais, ce travail est le tien.
- A tous les autres défunts de la famille, amis et connaissances qui nous ont précédés dans le Royaume d'**ALLAH** ; que vos âmes reposent en paix et la terre vous soit légère.

DEDICACES

Je dédie ce travail :

- A ma Mère **DEMBELE Mariatou,**

Ce travail est fruit de tes conseils que tu n'as cessés de prodiguer, de ton amour éternel porté à tes enfants et les nombreux sacrifices consentis. Tu nous as toujours inculqué la dignité, le courage et le travail bien fait ; combattu la paresse et la honte. Je te dis merci et que le Tout Puissant te donne longue vie. J'aurais voulu que ces moments forts se passent en ta présence, mais, cela n'a pas été le cas. Si loin et si près de moi, je suis sous la protection des pluies de tes bénédictions. Je te devrai toujours quelque soit ce que je ferai, c'est pour cela je te dis « Je t'aime Maman ».

- A Mon père **Fadaha KONE,**

Je te dirai en ces moments inoubliables que tes efforts n'ont pas été vains. Bien que tu ne sois allé à l'école, tu as compris très tôt, les bienfaits de l'éducation scolaire de tes enfants. Tu n'as jamais cessé de m'encourager sur la voie scolaire. Aujourd'hui le fruit est là et nous devons le partager ensemble. Je te dis merci qu'ALLAH t'accorde longue vie.

- A mon encadreur **Professeur Ayao MISSOHOU,**

Votre disponibilité, vos compétences pluridimensionnelles et votre amour pour le travail bien fait ont donné à cette œuvre son cachet scientifique. Je ne saurais jamais vous remercier assez pour les sacrifices faits à l'endroit de ma modeste personne. Veuillez trouver ici cher maître ma sincère reconnaissance et profonde gratitude.

- A mon oncle **KONE Siaka,**

Tu as été toujours, pour moi, plus qu'un père ; tes conseils et bénédictions mon servis dans ce parcours long et difficile. Trouve entre ces lignes, mes sincères reconnaissances.

- A tes femmes **Minata et Rokia,**

Vous avez vu cet enfant grandir, vous lui avez accordé votre soutien sans faille pendant les moments difficiles, c'est lieu ici de vous dire que je vous aime et que ce modeste travail est le vôtre entièrement. Merci pour votre amour et vos soutiens.

- A mes **Tantes Karidja, Fanta,**

Vous avez toujours été engagé pour ma cause chaque fois qu'il était nécessaire. Vos affections et conseils nous ont marqué. Sincères remerciements

- A mon **TONTON DEMBELE DRISSA**,
Ce travail est entièrement le tien ; sans ton soutien à tous les niveaux, tes conseils, ton assistance, il ne serait pas réalisé. Je suis à ce niveau parce que tu as joué rôle père, tu as été plus qu'un père géniteur. J'essaierais de te dire merci à la valeur de ton soutien puisque je ne trouverai jamais les mots qu'il faut ; je te devrai éternellement. En Afrique on dit qu'on peut remercier une personne pour avoir fait son propre travail, une fois de plus merci.

- A tes deux Femmes : **Tantie KADI et Tantie DJATOU**,
Vos affections, prières et bénédictions n'ont pas été vaines. Ce travail est le fruit de vos efforts. Trouver ici l'expression de mes sincères reconnaissances et ma profonde gratitude.

- A **DEMBELE Bakary** et sa **Femme MAÏ**
Malgré vos charges multiples, vous avez toujours répondu favorable chaque fois que je vous ai sollicités. Ce modeste document est le vôtre et merci

- A ma **Grande Sœur**
La vie n'a pas été toujours rose, et tu m'as monté le moral chaque fois que le désespoir se faisait sentir, tu as été mon compagnon de tous les jours. Ton courage, ton amour et tes conseils nous ont aidés dans l'élaboration de ce document. Merci pour tous ces beaux souvenirs d'enfance.

- A mes Amis **BALLO Klêkayéré, KOULIBALY Tindja, KONE Fatou, TOURE Siriki, DIOMANDE Adama**, Merci pour vos soutiens, vos conseils et votre amitié fraternelle

- A mes **Petits Frères, Cousins, Neveux, Nièces**, je ne vous oublie pas, je suis fier de vous.

- Au professeur **BAKOU** et au **Dr KONE**, Merci pour vos conseils.

- A mes jeunes frères de l'E.I.S.M.V.: **ZOBO, DOSSO, CEDRIC, DOUMBIA VAMARA, EZOUA, AKAFFOU** merci pour vos sincères collaborations, respects et aides. Courage, courage et encore courage pour la suite.

- A **SORO SIOUFOUNGO DAOUDA**, je n'ai pas oublié ni ignoré l'ampleur de l'aide que m'apporté pendant mon essai, je n'ai pas oublié non plus la fracture de ta main lors de l'abattage des poulets de mon essai, ce travail est entièrement le tien et merci.

- A **DIONE le CAPI**, et à la famille **DIONE** à Foundjoune, merci pour votre hospitalité et votre humanisme, je ne vous oublie pas votre geste en mon égard. Tes talents footballistiques nous ont marqués et nous manqueront.

- Au Président **ATAKOUN Fidèle, NIANG, ZERBO ROSINE, PARE, AMINA, ABIBA CHAIBOU, KADER** et à tous les membres de la 39^{ième} promotion, merci pour votre franche collaboration.
- A toute la Communauté des **Etudiants Vétérinaires Ivoiriens au Sénégal (CEVIS)**,
- A toute la **38^e promotion**, je ne saurai pas citer de noms.
- A tous nos illustres maîtres de l'EISMV, pour la qualité de leur enseignement.
- A mon pays, la Côte d'Ivoire pour ton grand soutien, surtout financier, sans toi, très chère patrie, ce travail serait pas possible, je t'en serai reconnaissant
- A **Zélesso** mon village natal,
Tu m'a vu naître, grandir et aujourd'hui je suis à un carrefour de ma destinée, et cela grâce toi et toute tes composantes. Sincères gratitude. J'implore vos prières pour les étapes à venir.
- A la **Terre sénégalaise**, pour son hospitalité et sa stabilité car ces années passées sur Terre ne seraient possibles sans la paix, merci.

REMERCIEMENTS

Notre sincère gratitude à tous ceux qui ont œuvré par leurs conseils ou par leur soutien, de quelle nature que ce soit, à la réalisation de ce modeste travail.

- Au professeur **Ayao MISSOUHOU**, Je me suis lancé dans cette aventure, il est vrai, sans mesurer au départ tout ce qui m'attendait, mais aussi sans mesurer tout l'intérêt de l'exercice. Je vous remercie pour votre confiance et ces échanges enrichissants qui je l'espère beaucoup, continueront...
- Au **Dr Simplicie AYSSIWEDE**, à **Mr Bobacar HANE** merci pour vos aides et conseils
- Au professeur **KABORET** (professeur accompagnateur de la 38^{ème} promotion) merci pour vos conseils.
- Au feu **Dr DIA**, parrain de la 38^{ème} promotion, que ton âme repose en paix.
- Aux **Dr Alain KAMGA, Dr KADJA, Dr CISSE, Dr SOUMBOUNDOU** merci pour l'encadrement lors les travaux pratiques en chirurgie-Reproduction. Ça été une bonne expérience.car on ne finira jamais d'apprendre
- Aux **Dr. Marcel BOKA** (chef de service Santé Animale DSV) pour ses conseils et son aide.
- A **Mr BERTHE Nanourou, Mr BERTHE Onagnian, YEO Salimata** merci pour vos conseils, aides et relations fraternelles.
- A **Mr BAMBA, Mme BAMBA, Mr KOUASSI**, merci pour votre gentillesse et votre grand sens fraternel
- Aux **Dr ZAMENOU, Dr W. OSSEBI, Dr BELLO, Dr ALLANOTO, Dr KOULIBALY ZIE** merci pour vos aides et conseils.
- Aux **Dr N'DRI, Dr TRABI, Dr ASSEU, Dr NOËL KOFFI, Dr KONE Abou**, merci pour vos conseils d'ainés et les bons moments passés ensemble
- A **Mr LAFFIA et AMINATA** (Scolarité), profonde reconnaissance et sincères remerciements pour vos franches collaborations et vos sympathies
- A **M^{me} M. DIOUF** (documentaliste EISMV), merci pour vos instructions.
- A **M^{lle} Ndella FALL** (bibliothécaire EISMV), merci pour ta disponibilité.

- A **Mr David CAMARA, EMMANUEL CAMARA** merci pour vos Sincère collaborations.
- Aux Camarade de la même promotion: **Dr ADJE, SORO, SENIN, BAMBA, Dr FATOU, Dr Hermann, Marie Thérèse, YAPI (Pipo), Abdoul, Damien, JOE, Adama FAYE, Mathias** et toute la 38^{ème} promotion, merci pour cette aventure et c'est ensemble qu'on viendra à bout des défis assignés.
- A **MARIAM, NAFI, MATTY, SAFI, KADI, Ahmad KONE** merci pour votre amitié.
- Aux Imams et tous les musulmans de la mosquée de l'EISMV, à l'**AJMIS** (Association de **Jeunes Musulmans Ivoiriens au Sénégal**) vos prières nous ont aidées merci infiniment.
- A toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, sachez vous n'avez pas été oubliés nous disons un grand **MERCI !!!!!**

A NOS MAITRES ET JUGES

A notre Maître et Président de Jury, Monsieur Emmanuel BASSENE

Professeur à la faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontostomatologie de Dakar ;

Vous nous faites l'insigne honneur en acceptant avec spontanéité une fois de plus de présider et de juger ce jury malgré vos multiples occupations. Vos qualités humaines et d'homme de science forcent admiration. Trouvez ici l'expression de nos sincères remerciements et de notre profonde gratitude.

A notre Maître, Directeur et Rapporteur de Thèse, Monsieur Ayao MISSOHOU,

Professeur à l'EISMV de Dakar ;

Vous nous faites un très grand honneur en acceptant de nous confier ce travail innovateur. Vous avez conçu, encadré et dirigé cette œuvre scientifique avec beaucoup de rigueur et d'attention malgré vos multiples occupations. Vos qualités intellectuelles, humaines, pédagogiques, d'homme de science et votre amour pour le travail bien fait nous ont marquées au cours de cette aventure scientifique que nous souhaitons renouveler. Veuillez trouver ici l'expression de notre profond respect et de notre sincère gratitude.

A notre Maître et Juge, Monsieur Serge Niangoran BAKOU

Maître de Conférences Agrégé à l'EISMV de Dakar.

Nous avons été profondément touchés, par la spontanéité avec laquelle vous avez accepté notre sollicitation pour être membre de ce jury, malgré que vous traversiez une épreuve difficile. Votre dynamisme, vos qualités intellectuelles et surtout humaines imposent respect et admiration. Profonde gratitude et Sincères reconnaissances

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

LISTE DES ABREVIATIONS

AASL	: Association des Aviculteurs de Saint-Louis
AATP	: Association des Aviculteurs de Touba Peykouk
AFPA	: Association des Femmes Productrices de l'Aviculture
ASCOPA	: Association des Commerçants de Produits Avicoles
AVIDAK	: Association des Avicultrices de Dakar
AVI-PROD	: Aviculture - Production - Distribution
AVISEN	: Aviculture du Sénégal
CAG	: Consommation alimentaire Globale
CAM	: Complexe Avicole 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-états des Sciences et Médecine Vétérinaires
EM	: Energie Métabolisable
ENA	: Energie Nette Apparente
FAFA	: fédération nationale des acteurs de la Filière Avicole
FAO	: Fond des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FAPPO	: Ferme Agro-Pastorale de Pout
GMQ	: Gain Moyen Quotidien
IC	: Indice de consommation
IM	: Intramusculaire
Kcal	: Kilocalorie
Kg	: Kilogramme
Lys	: Lysine
MAT	: Matière Azoté Totale

MDA	: Maison Des Aviculteurs
Met	: Méthionine
MS	: Matière Sèche
NMA	: Nouvelle Minoterie Africaine
OAC	: Œuf à Couver
ONIGC	: Office national interprofessionnel des grandes cultures
PIB	: Produit Intérieur Brute
PV	: Poids Vif
RC	: Rendement Carcasse
SEDIMA	: Sénégalaise de Distribution de Matériels Avicoles
SENAV :	Sénégalaise de l'Aviculture
SO.V.E.T.A	: Société Vétérinaire Africaine
SONACOS :	Société Nationale de Commercialisation des Oléagineux du
Sénégal	
TDN	: Nutriment Digestible Total
TEC	: Tarif Extérieur Commun
TVA	: Taxes sur Valeur Ajouté
UEMOA	: Union Economique et Monétaire des Etats de l'Afrique de
l'Ouest	
UNAFSA	: 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	8
Figure 2 : Le niveau d'incorporation des matières premières dans les rations composées pour animaux en France	14
Figure 3 : La structure d'une molécule de phytate, sel mixte d'acide phytique (myo-inositol hexaphosphate; IP6).....	15
Figure 4 : Les facteurs de variation du choix alimentaire des oiseaux	30
Figure 5 : Les principales stratégies nutritionnelles chez les oiseaux.....	37
Figure 6 : Mise en lot des poulets à 21 jours d'âge	49
Figure 8 : Schéma de répartition des sous-traitements dans le poulailler.....	50
Figure 7 : Pesée individuelle hebdomadaire des poulets	50
Figure 9 : Le maïs grain entier et le complément mélangés	53
Figure 10 : Le maïs broyé et le complément mélangés.....	53
Figure 11 : Schéma de distribution de la ration en mode séquentiel	54
Figure 12 : Le maïs broyé et le complément alternés	54
Figure 13 : Le maïs grain entier et le complément alternés	54
Figure 14 : L'évolution du poids vif moyen des oiseaux en fonction du temps et des différents traitements.....	60
Figure 15 : L'évolution du gain moyen quotidien des oiseaux en fonction du temps et des différents traitements.....	63
Figure 16 : L'évolution globale du gain moyen quotidien des oiseaux en fonction des différents traitements.....	64
Figure 17 : L'évolution globale de la consommation alimentaire des oiseaux en fonction des différents traitements.....	65
Figure 18 : L'évolution de l'indice de consommation alimentaire des oiseaux en fonction du temps et des différents traitements	68
Figure 19 : L'évolution globale de l'indice de consommation alimentaire des oiseaux en fonction des différents traitements	69
Figure 20 : Poids carcasses moyens des oiseaux des quatre traitements	70
Figure 21 : Les rendements carcasses des oiseaux des quatre traitements	71
Figure 23 : Dépôt de graisse et hypertrophie cardiaque chez un poulet mort d'ascite	72
Figure 22: Autopsie de cas d'ascite chez le poulet chair.....	72
Figure 24 : Cas de paralysie des pattes chez le poulet de chair	72

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Evolution annuelle des effectifs de volaille traditionnelle en milliers de têtes.....	6
Tableau II: Répartition régionale du cheptel volaille en 2007 (en milliers de têtes)	7
Tableau III: Evolution annuelle des effectifs de volaille industrielle en milliers de têtes	10
Tableau IV: Evolution de la production locale et importations de viande de volailles.....	10
Tableau V: Evolution du chiffre d'affaires pour les œufs de consommation de 2000 à 2006	11
Tableau VI : Structure des grains de céréales (% grain entier)	17
Tableau VII: Composition chimique (en pourcentage MS) et valeur énergétique (kcal/kg/MS) des graines de maïs.....	18
Tableau VIII : Composition de diverses fractions du grain de sorgho (pour 100 g).....	21
Tableau IX: Composition chimique (en % de MS) et valeur énergétique (kcal / kg MS) des graines de sorgho	22
Tableau X : Composition en acides aminés des variétés de sorgho (g/16g d'azote).....	23
Tableau XI : Composition chimique (en pourcentage MS) et valeur énergétique (kcal / MS) des graines de mil	26
Tableau XII: Composition des acides aminés des protéines du grain de mil (g/16g d'azote).....	26
Tableau XIII : Composition des céréales (pour 100 g de grain à 10 % d'humidité).....	27
Tableau XIV : Programme de prophylaxie	51
Tableau XV : Le schéma de la transition alimentaire.....	52
Tableau XVI : La composition et les caractéristiques des aliments du mode mélangé.....	53
Tableau XVI : La composition et les caractéristiques des aliments distribués en mode séquentiel.....	55
Tableau XVII : Evolutions de la température et l'hygrométrie dans le poulailler	59
Tableau XVIII : Les effets du maïs grain et broyé en alimentations mélangée et séquentielle sur le poids vif des oiseaux	61
Tableau XIX : Les effets du maïs grain et broyé en alimentations mélangée et séquentielle sur le gain moyen quotidien des oiseaux.	63
Tableau XX : Les effets du maïs grain et broyé en alimentations mélangée et séquentielle sur la consommation alimentaire des oiseaux.....	65
Tableau XXI : Les effets du maïs grain et broyé en alimentations mélangée et séquentielle sur le gain moyen quotidien des oiseaux	66
Tableau XXII : Les effets du maïs grain et broyé en alimentations mélangée et séquentielle sur l'indice de consommation des oiseaux.....	68
Tableau XXII : Les effets du maïs grain et broyé en alimentations mélangée et séquentielle sur les caractéristiques d'abattage des oiseaux.....	70

Tableau XXIV : Les effets du maïs grain et broyé en alimentations mélangée et séquentielle sur la mortalité chez les oiseaux	72
Tableau XXV: Analyse de la rentabilité économique des poulets nourris au maïs grain entier et broyé en alimentation séquentielle et mélangée	73

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
PARTIE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	3
CHAPITRE I : LA SITUATION DE L’AVICULTURE SENEGALAISE	4
1.1. LES GENERALITES	4
1.2. L’ORGANISATION GENERALE DE LA FILIERE AVICOLE AU SENEGAL	4
1.3. LES DIFFERENTS TYPES D’ELEVAGE	5
1.3.1. L’ELEVAGE TRADITIONNEL	5
1.3.1.1. Les caractéristiques.....	5
1.3.1.2. Les effectifs	6
1.3.2. L’AVICULTURE MODERNE	6
1.3.2.1. Les caractéristiques.....	6
1.3.2.2. Les acteurs de l’aviculture moderne et circuit de commercialisation.....	7
1.3.2.2.1. Les fournisseurs d’intrants	8
1.3.2.2.2. Les provendiers	9
1.3.2.2.3. Les accouveurs	9
1.3.2.3. Les effectifs	9
1.3.2.4. L’évolution de la production	10
1.4. LES CONTRAINTES MAJEURES DE L’AVICULTURE SENEGALAISE	11
1.4.1. LES CONTRAINTES DE L’AVICULTURE VILLAGEOISE	11
1.4.1.1. Les contraintes pathologiques.....	11
1.4.1.2. Les contraintes liées à la conduite d’élevage.....	12
1.4.1.3. Les contraintes techniques.....	12
1.4.2. LES CONTRAINTES DE L’AVICULTURE MODERNE	12
1.4.2.1. Les contraintes alimentaires.....	12
1.4.2.2. Les contraintes sanitaires	12
1.4.2.3. Les contraintes financières.....	13
1.4.2.4. Les contraintes institutionnelles.....	13
CHAPITRE II : LES CEREALES EN ALIMENTATION AVICOLE	14
2.1.LES GENERALITES SUR LES CEREALES	14
2.2. LA STRUCTURE DE LA GRAINE DES CEREALES	16
2.2.1. LES COUCHES EXTERNES	16
2.2.2. LA COUCHE D’ALEURONE	16
2.2.3. LE GERME	16
2.2.4. L’ALBUMEN.....	16

2.3.	LES PRINCIPALES CEREALES UTILISEES EN ALIMENTATION AVICOLE.....	17
2.3.1.	LE MAÏS	17
2.3.1.1.	La composition chimique	17
1.3.1.2.	La digestibilité	18
1.3.1.3	La valeur énergétique	19
1.3.1.4.1.	La valeur protéique.....	19
1.3.1.5.	Les minéraux et les vitamines.....	19
1.3.1.6.	Les facteurs antinutritionnels.....	20
1.3.2.	LE SORGHO.....	20
1.3.2.1.	Les généralités sur le sorgho.....	20
1.3.2.2.	La composition chimique	20
1.3.2.3.	La digestibilité	22
1.3.2.4.	La valeur énergétique	22
1.3.2.5.	La valeur protéique.....	23
1.3.2.6.	Les minéraux et vitamines.....	23
1.3.2.7.	Les facteurs antinutritionnels.....	23
1.3.3.	LE MIL.....	24
1.3.3.1.	La composition chimique	25
1.3.3.2.	La digestibilité	25
1.3.3.3.	La valeur énergétique	25
1.3.3.4.	La valeur protéique.....	26
1.3.3.5.	Les minéraux et vitamines.....	27
1.3.3.6.	Les facteurs antinutritionnels.....	27
	CHAPITRE III : TAILLE PARTICULAIRE DES ALIMENTS ET LES	
	METHODES DE DISTRIBUTION DES CEREALES ENTIERES.....	28
3.1.	LE COMPORTEMENT ALIMENTAIRE DES OISEAUX.....	28
3.2.	LA PARTICULAIRE ALIMENTAIRE	29
3.2.1.	LA DEFINITION	29
3.2.2.	L'IMPORTANCE	29
3.3.	LES AUTRES FACTEURS MODIFICATEURS DU CHOIX ALIMENTAIRE DES	
	OISEAUX	30
3.4.	LA GRANULOMETRIE	31
3.4.1.	LA DEFINITION	31
3.4.2.	LES EFFETS DE LA GRANULOMETRIE SUR LE PROCESSUS DIGESTIF	31
3.4.3.	LES EFFETS DE LA GRANULOMETRIE SUR LES PERFORMANCES DU POULET DE	
CHAIR		33

3.4.4.	LES EFFETS DE LA GRANULOMETRIE SUR L'INGESTION ALIMENTAIRE ET L'INDICE DE CONSOMMATION.....	34
3.5.	LES PRINCIPALES METHODES DE DISTRIBUTION DES CEREALES ENTIERES	35
3.5.1.	L'ALIMENTATION MELANGEE.....	37
3.5.1.1.	Les avantages.....	37
3.5.1.2.	Les inconvénients.....	38
3.5.2.	L'ALIMENTATION SEPARÉE DANS L'ESPACE.....	38
3.5.2.1.	Les avantages.....	38
3.5.2.2.	Les inconvénients.....	38
3.5.3.	L'ALIMENTATION SEQUENTIELLE.....	39
3.5.3.1.	Les avantages.....	40
3.5.3.2.	Les inconvénients.....	41
3.6.	LES DONNÉES SUR LES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES OBTENUES AVEC L'UTILISATION DES CEREALES ENTIERES EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE CHEZ LE POULET DE CHAIR	41
3.6.1.	L'INGESTION ALIMENTAIRE.....	41
3.6.2.	LES PERFORMANCES DE CROISSANCE ET D'ENGRAISSEMENT.....	42
3.6.3.	L'INDICE DE CONSOMMATION	43
3.6.4.	LE RENDEMENT DE LA CARCASSE	44
	PARTIE II : L'EVALUATION DES EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER ET BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE ET MELANGEE CHEZ LE POULET DE CHAIR.....	46
	CHAPITRE I : LE MATERIEL ET METHODES	47
1.1.	LE MATERIEL.....	47
1.1.1.	LA PERIODE ET LE LIEU DE L'ETUDE.....	47
1.1.2.	LE CHEPTTEL EXPERIMENTAL	47
1.1.3.	LE MATERIEL D'ELEVAGE ET DE CONTROLE DE PERFORMANCES	47
1.2.	LES METHODES	48
1.2.1.	LA CONDUITE DE L'ELEVAGE.....	48
1.2.1.1.	La préparation du bâtiment d'élevage	48
1.2.1.2.	L'arrivée des poussins	48
1.2.1.3.	L'identification et mise en lots des poussins	49
1.2.1.4.	La prophylaxie.....	51
1.2.1.5.	L'éclairage du bâtiment.....	51
1.2.1.6.	Les aliments et alimentation des animaux	51
1.2.2.	LES PARAMETRES ETUDIÉS	55

1.2.2.1.	Les paramètres d’ambiance	55
1.2.2.2.	Les paramètres sanitaires.....	55
1.2.2.3.	Les performances zootechniques.....	56
1.2.2.3.1.	<i>La consommation alimentaire</i>	56
1.2.2.3.2.	<i>Le poids vifs</i>	56
1.2.2.3.3.	<i>Le gain moyen quotidien (GMQ)</i>	56
1.2.2.3.4.	<i>L’indice de consommation</i>	57
1.2.2.3.5.	<i>Le rendement carcasse (RC)</i>	57
1.2.3.	L’EVALUATION ECONOMIQUE.....	57
1.2.4.	L’ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES	58
CHAPITRE II : LES RESULTATS		59
2.1.	L’EVOLUTION DES PARAMETRES D’AMBIANCE.....	59
2.2.	LES EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER ET BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE ET MELANGEE SUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE DES POULETS DE CHAIR	59
2.2.1.	L’EVOLUTION DU POIDS VIF.....	59
2.2.2.	L’EVOLUTION DU GAIN MOYEN QUOTIDIEN	62
2.3.	LES EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER ET BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE ET MELANGEE SUR LA CONSOMMATION ALIMENTAIRE ET L’INDICE DE CONSOMMATION DES POULETS DE CHAIR	64
2.3.1.	L’EVOLUTION DE LA CONSOMMATION ALIMENTAIRE	64
2.3.2.	L’EVOLUTION DE L’INDICE DE CONSOMMATION	67
2.4.	LES EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER ET BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE ET MELANGEE SUR LES CARACTERISTIQUES DE CARCASSES DES POULETS DE CHAIR	69
2.5.	LES EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER ET BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE ET MELANGEE SUR LES MORTALITES CHEZ LES POULETS DE CHAIR	71
2.6.	LES EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER ET BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE ET MELANGEE SUR LA RENTABILITE ECONOMIQUE.....	73
CHAPITRE III: DISCUSSION		74
3.1.	LES EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER ET BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE ET MELANGEE SUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE DES POULETS DE CHAIR	74
3.1.1.	LES EFFETS SUR LE POIDS VIF ET GAIN MOYEN QUOTIDIEN	74
3.1.1.1.	Les effets de l’alimentation mélangée sur le poids et le GMQ.....	74
3.1.1.2.	Les effets de l’alimentation séquentielle sur le poids et le GMQ.....	74

3.1.1.3.	Les effets comparés de l'alimentation séquentielle et l'alimentation mélangée sur le poids et le GMQ	75
3.2.	LES EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER ET BROYE EN ALIMENTATIONS SEQUENTIELLE ET MELANGEE SUR LA CONSOMMATION ALIMENTAIRE ET L'INDICE DE CONSOMMATION DES POULETS DE CHAIR	75
3.2.1.	LES EFFETS SUR LA CONSOMMATION ALIMENTAIRE.....	75
3.2.1.1.	Les effets de l'alimentation mélangée sur la consommation alimentaire	75
3.2.1.2.	Les effets de l'alimentation séquentielle sur la consommation alimentaire	76
3.2.1.3.	Les effets comparés de l'alimentation séquentielle et l'alimentation mélangée sur la consommation alimentaire.....	77
3.2.2.	LES EFFETS SUR L'INDICE DE CONSOMMATION.....	77
3.2.2.1.	Les effets de l'alimentation mélangée sur l'indice de consommation.....	77
3.2.2.2.	Les effets de l'alimentation séquentielle sur l'indice de consommation	78
3.2.2.3.	Les effets comparés de l'alimentation séquentielle et l'alimentation mélangée sur l'indice de consommation.....	79
3.3.	LES EFFETS DE L'UTILISATION DU MAÏS GRAIN ENTIER ET BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE ET MELANGEE SUR LES CARACTERISTIQUES DE CARCASSE DU POULET DE CHAIR	80
3.3.1.	LES EFFETS SUR LES POIDS ET RENDEMENT CARCASSES	80
3.3.1.1.	Les effets de l'alimentation mélangée sur les caractéristiques de carcasses.....	80
3.3.1.2.	Les effets de l'alimentation séquentielle sur les caractéristiques de carcasses.....	80
3.3.1.3.	Les effets comparés de l'alimentation séquentielle et l'alimentation mélangée sur les caractéristiques de carcasses.....	81
3.4.	LES EFFETS DE L'UTILISATION DU MAÏS GRAIN ENTIER ET BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE ET MELANGEE SUR LA MORTALITE CHEZ LE POULET DE CHAIR	81
3.5.	LES EFFETS DE L'UTILISATION DU MAÏS GRAIN ENTIER ET BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE ET MELANGEE SUR LA RENTABILITE ECONOMIQUE CHEZ DES POULETS DE CHAIR	82
3.6.	RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES	83
3.6.1.	PERSPECTIVES DE RECHERCHE	83
3.6.2.	RECOMMANDATION A L'ENDROIT DES AVICULTEURS ET DES AGRICULTEURS	83
3.6.3.	RECOMMANDATION A L'ENDROIT DES FABRICANTS D'ALIMENTS	83
3.6.4.	RECOMMANDATION A L'ENDROIT DE L'ETAT	84
	CONCLUSION	85
	BIBLIOGRAPHIE	88
	ANNEXES	96

INTRODUCTION

L'assurance de la sécurité alimentaire et la lutte contre la pauvreté constituent de nos jours des priorités majeures pour les pays en voie de développement en général, et pour le Sénégal en particulier. La démographie galopante observée, ces dernières années, dans les pays d'Afrique subsaharienne accentue le déficit alimentaire avec une demande grandissante en protéines animales. En effet, de 6 912 573 habitants dans les années 1988, la population sénégalaise est passée à 11 843 343 habitants en 2009 et pourrait avoisiner 13 709 845 d'ici 2015 (**SENEGAL, 2004**) cité par **TENO (2009)**. Pour faire face à la forte demande en protéines animales, les autorités sénégalaises ont décidé d'exploiter les potentialités du secteur de l'élevage en général, notamment l'élevage des espèces à cycle court. L'élevage sénégalais joue un important rôle socioéconomique. D'après **TENO (2009)**, il contribue à hauteur de 7,5 % du PIB national et de 35,5 % du PIB du secteur primaire, en plus, plusieurs milliers de familles vivent de l'élevage au Sénégal.

C'est ainsi que, de nombreux efforts sont consentis dans l'élevage des espèces à cycle court notamment l'aviculture moderne par l'Etat sénégalais en vue de donner à cette activité la place qu'elle mérite dans la lutte contre la pauvreté et la sous-alimentation. En effet, la viande de volaille reste la moins chère par rapport aux autres produits carnés, la plus prisée par les Sénégalais et elle est exempte d'interdits religieux. En plus, c'est une activité en évolution rapide ; avec un effectif de volailles de 2 000 000 en 1987 et de 4 955 651 en 1997 avec une consommation de la viande de volaille qui est passée de 1,24 kg/habitant en 1988 à 2,2 kg/habitant en 1998 (**WELLARS, 1998**).

Malgré cette bonne santé apparente de l'aviculture sénégalaise, elle reste confrontée à de nombreuses difficultés d'ordre institutionnel, technique, sanitaire et financier qui empêche cette activité d'exprimer totalement ces capacités productives. En aviculture, le problème alimentaire reste le plus important. Les céréales occupent une place de choix dans l'alimentation des volailles avec un niveau d'incorporation d'environ 60 % dans les rations. Parmi les problèmes liés à l'alimentation, on distingue : la flambée des prix des intrants de production surtout du maïs, l'indisponibilité des matières premières et la dépendance des aviculteurs par rapport aux industries de fabrication d'aliments. Toutes ces difficultés entraînent l'élévation du coût de production du poulet constitué à 60 – 70 % du coût alimentaire, mettant en cause la compétitivité la viande de volailles produite au Sénégal face à celle des pays développés. Il faut noter que le coût de transformation représente 25 % du coût de alimentaire (**DOZIER, 2002** cité par **UMAR FARUK et al., 2009**).

Face à cette situation, il s'avère plus que nécessaire de trouver des alternatives et des stratégies nutritionnelles qui permettront à cette activité d'exprimer totalement ses potentialités. C'est dans

cette optique que nous avons pensé que l'utilisation des graines entières dans l'alimentation des poulets de chair, permettant de contourner les procédures de transformation, pourrait amoindrir les charges de production. L'objectif général est d'étudier les effets du maïs grain entier et broyé en alimentation séquentielle et mélangée sur les performances des poulets de chair. Spécifiquement, nous allons :

- évaluer les performances de croissance (le poids, le gain moyen quotidien) ;
- déterminer la consommation alimentaire et l'indice de consommation ;
- évaluer la rentabilité économique.

Ce travail est subdivisé en deux parties :

- Une partie bibliographique organisée en trois chapitres. Le premier chapitre va situer la filière avicole au Sénégal, le second chapitre traitera des principales céréales utilisées en alimentation des poulets de chair au Sénégal et enfin, le dernier chapitre parlera du rôle de la taille particulière des aliments en aviculture et des nouvelles stratégies nutritionnelles.
- La deuxième partie sera consacrée à l'expérimentation pour mettre en évidence l'effet de l'alimentation séquentielle sur les performances zootechniques du poulet de chair. Cette partie sera scindée en trois chapitres : la méthodologie, résultats et discussion.

PARTIE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : LA SITUATION DE L'AVICULTURE SENEGALAISE

1.1. LES GENERALITES

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. L'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 qui sont la Fédération des Acteurs de la Filière Avicole (**FAFA**) créée en 2002 et l'Union Nationale des Acteurs de la Filière Avicole (**UNAF**) 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 Peykoug (**AATP**). L'**UNAF** 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. LES 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 (**UNAFSA, 2009**).

1.3.1. L'ELEVAGE TRADITIONNEL

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. Les 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 plus ou moins importante de poules est utilisée pour les sacrifices rituels ou culturels.

1.3.1.2. Les 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**). Cet effectif a connu une baisse en 2004 (**TENO, 2009**) et est réparti sur toute l'étendue du territoire national (**Tableau II**). En effet, 72 % des ménages possèdent des volailles selon la **DIREL (2004)**. 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. L'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 du **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. L'adoption d'un 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. Les caractéristiques

L'aviculture moderne ou semi-industrielle utilise des souches génétiquement améliorées et surtout sensibles aux conditions d'élevage (**NGOM, 2004**). 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 % (**tableau II**).

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**).

Tableau II : Répartition régionale du cheptel volaille en 2007 (en milliers de têtes)

Régions	Volaille familiale	Volaille industrielle
DAKAR	18187	12787
THIES	3650	-
DIOURBEL	2358	-
KAOLACK	3107	-
FATICK	1866	-
TAMBACOUNDA	1320	-
KOLDA	1355	-
ZINGUINCHOR	1202	-
LOUGA	1912	-
SAINT-LOUIS	1630	-
MATAM	863	-
TOTAL	22141	12787

Source : **MINISTERE D'ELEVAGE (2009)**

1.3.2.2. Les 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, 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**).

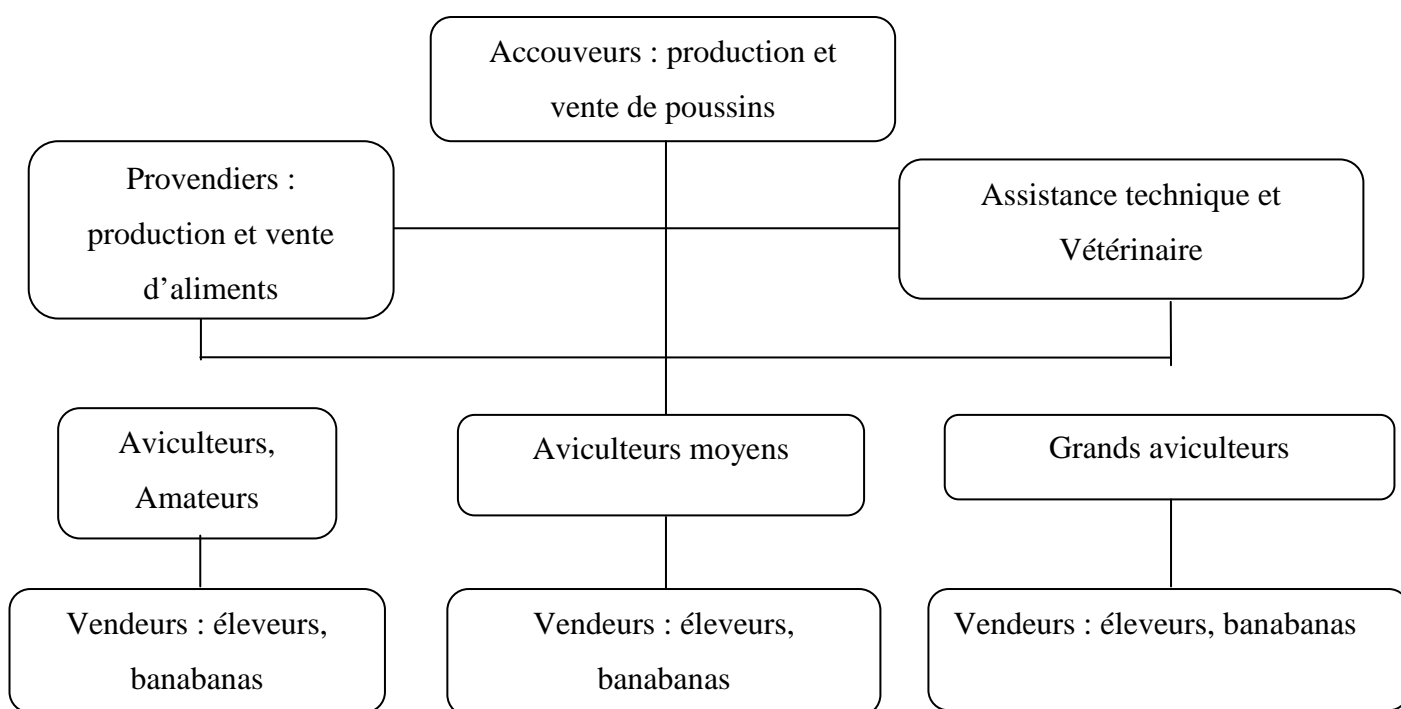


Figure 1: Diagramme d'organisation des acteurs de l'aviculture moderne et circuit de commercialisation

Source : (**TRAORE, 2006**)

1.3.2.2.1. Les 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 proviens 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 preteus qui a 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. Les provendiers

Les Provendiers 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 (3) 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. Les 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 A 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, AVI-PROD, 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 tel 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. Les effectifs

Le **tableau III** 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 III : 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. L'évolution de la production

Comme illustré dans le (tableau III), en 2007, la production de viandes de volailles issue de l'élevage moderne était de 16 367 tonnes correspondant à un total de 11 million 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).

Tableau IV: Evolution de la production locale et importations de viande de volailles en milliers de têtes

Année	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Volaille	21608	23239	24437	23852	25080	25980	29042	31647	37032
Importations	-	1273	1972	5183	5923	5831	11289	0	0

Source : MINISTERE DE L'ELEVAGE (2009)

De 180 millions d'unités en 2000, la production moderne d'œufs de consommation est passée en 2005 à 349 millions unités, soit une augmentation de 93,8 % (tableau V). 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.

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

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Nombre d'unités (millions)	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. LES 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. LES 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 liées à la production, dont les plus importantes sont d'ordre sanitaire (**GUEYE et al., 2004**).

1.4.1.1. Les 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. Les 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) d'une part et d'autre part, exacerbent les mortalités d'origine pathologique.

1.4.1.3. Les contraintes techniques

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

1.4.2. LES CONTRAINTES DE L'AVICULTURE MODERNE

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

1.4.2.1. Les 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 : poussins, aliments, produits vétérinaires;
- la rupture fréquente de l'approvisionnement des intrants: poussins, produits vétérinaires, aliments volailles, etc. ;
- les faibles revenus des populations et étroitesse du marché et ;
- les difficultés de commercialisation : inexistence de contrat de vente (CMAAOC, 2005).

1.4.2.2. Les 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. Les 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.

1.4.2.4. Les 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.

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 : LES CEREALES EN ALIMENTATION AVICOLE

2.1. LES GENERALITES SUR LES CEREALES

Les céréales sont des graminées très utilisées aussi bien en alimentation humaine qu'en alimentation animale. Mais, leurs grains restent la matière première la plus utilisée pour la fabrication des aliments composés pour les animaux en général et en particulier pour les oiseaux. En France en 2004, les céréales ont constitué 46 % des matières premières utilisées dans les aliments composés pour animaux. Le blé a représenté 25 % des matières premières utilisées pour la fabrication des aliments composés en France, le maïs grain 13 % et l'orge 8 % (SNIA, 2004) [www.vet-lyon.fr/ens/nut/webbromato/cours/cmgrain/utilisgr.html] (Figure 2).

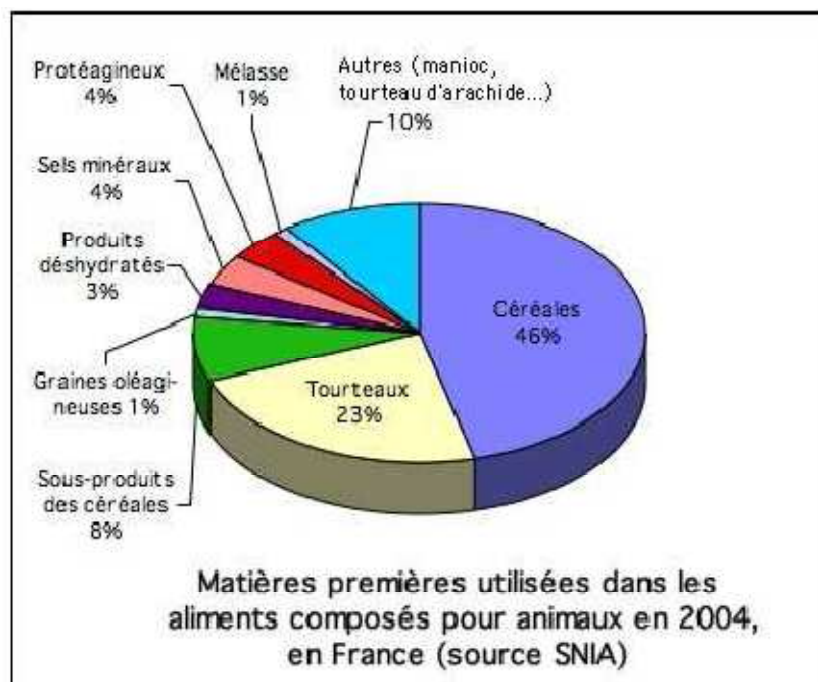


Figure 2 : Le niveau d'incorporation des matières premières dans les rations composées pour animaux en France.

Source: SNIA (2004).

Dans toutes les espèces de céréales, le grain est constitué d'environ 60 à 75 % de glucides digestibles (amidon principalement). Les céréales apparaissent ainsi comme des aliments essentiellement énergétiques: 330 à 385 kcal/100 g.

Le taux de fibre diététique est variable (2 à plus de 30 %). Ce taux dépend notamment de la taille du grain; les grains de faibles dimensions (petits mils) ayant une plus grande proportion d'enveloppes, ont une teneur en fibres élevée.

La teneur en protéines va de 6 à 18 % dans les cas extrême; mais, elle se situe le plus souvent entre 8 et 13 %. Malgré ce faible taux de protéines, les céréales réalisent souvent à elles seules un apport protidique très important (FAVIER, 1989).

Grâce à leur importante teneur en sucres très rapidement mobilisables, les grains des céréales constituent la base des aliments pour les oiseaux (poulet, poule, pondeuse, dindon). Chez les oiseaux, les céréales couvrent 70 à 90 % des besoins énergétiques et 35 à 50 % d'apport azoté des volailles [(www.vet-lyon.fr/ens/nut/webbromato/cours/cmgrain/utilisgr.html)]. Cependant, cet azote est de qualité médiocre d'où la nécessité de compléter la ration des poulets en tourteaux, en farines animales ou en acides aminés de synthèse. En général, dans la plupart des céréales, l'acide aminé limitant est la lysine; pour le cas du maïs, le tryptophane est déficitaire et constitue l'acide aminé limitant secondaire. Néanmoins, la concentration en acides aminés soufrés des céréales est plus élevée que celle des légumineuses, d'où l'intérêt de l'association des céréales et des légumineuses qui se supplémentent ainsi mutuellement.

Les céréales contiennent peu de lipides mais de bonne qualité à cause de la forte proportion des acides gras polyinsaturés. Elles sont pauvres en sels minéraux. La teneur en phosphore est élevée mais, se trouve en grande partie piégée sous forme de phosphore phytique. En effet, l'acide phytique forme des complexes stables et indigestibles avec les minéraux surtout les cations (Mg, Zn, Fe, Ca) (Figure 3). Ce phénomène réduit fortement la disponibilité de ces nutriments (AGNES et al., 2009)..

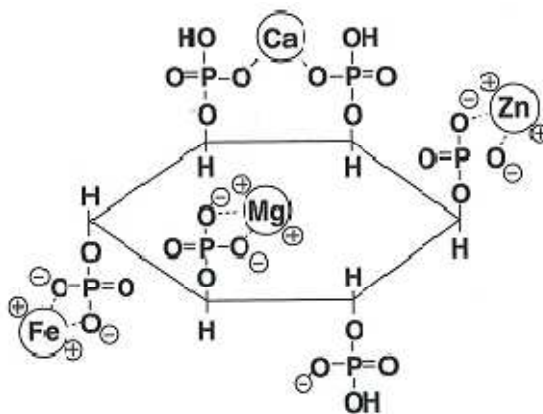


Figure 3 : Structure d'une molécule de phytate, sel mixte d'acide phytique (myo-inositol hexaphosphate; IP6).

Source : AGNES et al. (2009).

A l'exception du maïs jaune et de certains mils qui contiennent des caroténoïdes actifs, les céréales n'ont pas d'activité vitaminique A. La vitamine C fait également défaut, mais le germe est riche en

vitamine **E**. Les vitamines du groupe **B** sont présentes à l'exception de la vitamine **B12**, mais le décorticage et le blutage éliminent une bonne partie de ces vitamines (**FAVIER, 1989**).

2.2. LA STRUCTURE DE LA GRAINE DES CEREALES

En considérant la graine de diverses céréales, on constate une grande analogie dans leur composition chimique mais aussi quelques différences. La graine des céréales est un caryopse composé de trois parties principales qui sont le péricarpe, l'albumen (tissu de réserve) et l'embryon (**SMITH, 1992**).

2.2.1. LES COUCHES EXTERNES

Les couches externes (péricarpe et testa) sont caractérisées essentiellement par leur teneur non négligeable en protéines (7 %), en lipides (2 %), en minéraux et en vitamines du groupe **B** (à l'exception de la vitamine **B12** absente du règne végétal). En plus, ces couches sont très riches en fibres ou glucides pariétaux ou glucides indigestibles: cellulose, hémicellulose. Rappelons que la fibre joue un rôle physiologique important en permettant la progression normale du bol alimentaire dans le tube digestif et en favorisant certains métabolismes (cholestérol, triglycérides). Mais, elle intervient aussi pour diminuer la digestibilité des autres constituants de la ration, notamment les protéines (**FAVIER, 1989**).

2.2.2. LA COUCHE D'ALEURONE

En raison de sa concentration élevée en nutriments nobles, la couche d'aleurone est parfois appelée couche merveilleuse.

2.2.3. LE GERME

Le germe est riche en minéraux, protéines, lipides et vitamines. La proportion des lipides varie en fonction des céréales. Il contient à lui seul une grande partie, parfois la plus grande partie des lipides et de la vitamine E. Le scutellum est très riche en thiamine.

2.2.4. L'ALBUMEN

L'albumen est la partie du grain la plus importante en volume et en poids (60 à 90 %) (**tableau VI**). Il est constitué principalement d'amidon, sa teneur en protéines, en lipides, en minéraux et en vitamines sont plus faibles que celles du germe et des enveloppes. De plus, la qualité nutritionnelle de ses protéines est inférieure à celle des protéines des parties périphériques du grain.

Tableau VI : Structure des grains de céréales (% grain entier)

	Blé	Sorgho	Maïs	Riz	Mil
Albumen	82	82	83	90	60
Germe, scutellum	3	10	11	4	40
Enveloppes, couche d'aleurone	15	8	6	6	

Source : **MICHE (1980)** cité par **FAVIER (1989)**.

2.3. LES PRINCIPALES CEREALES UTILISEES EN ALIMENTATION AVICOLE

Les principales céréales utilisées sont le blé, le maïs, le sorgho, le mil et l'orge. Mais il faut souligner que les grains les plus utilisés sont ceux du maïs et du blé. Cette partie va parler du maïs, du sorgho et du mil qui sont les céréales essentiellement cultivées et utilisées sous nos climats.

2.3.1. LE MAÏS

Le maïs est la céréale de choix pour l'alimentation des volailles, car il possède la valeur énergétique la plus élevée des céréales du fait de sa teneur élevée en amidon et en matières grasses. Le maïs est incorporé à 60 % dans la composition de l'aliment de volaille. Ce pourcentage varie en fonction de la spéculation (chair et ponte) ou de la phase de croissance (démarrage, croissance, finition, poulette, pondeuse). Le maïs est riche en pigments xanthophylles et constitue une bonne source d'acide linoléique.

2.3.1.1. La composition chimique

Le maïs est riche en amidon (72,5 % de MS), contient également une forte proportion de sucre (2,4 % de MS) et une quantité relativement importante de pigments xanthophylles (environ 25 ppm) (**LARBIER et LECLERQ, 1992**). Selon ces auteurs, il est presque dépourvu de sodium (0,01 % de MS) et de calcium (0,01 % de MS). Son phosphore, lié sous forme de phosphore phytique, est pratiquement indisponible en raison du faible taux de phytases dans cette céréale. Le phosphore total est estimé à 0,31 % de MS alors que le phosphore disponible est de 0,06 % de MS soit 19 % du phosphore total. Le maïs est pauvre en cellulose (2,5 % de MS) (**FERRANDO, 1969**). La proportion de matières grasses est relativement élevée (4,8 % de MS) (**FAO, 1993**) avec un faible taux de protéines (8 % de MS) (**SMITH, 1992**). Les résultats de plusieurs études sur la composition chimique du maïs montrent de sensibles différences selon la zone de culture (**LOUL, 1998**) (tableau VII).

Tableau VII: Composition chimique (en pourcentage MS) et valeur énergétique (kcal/kg/MS) des graines de maïs.

Sources	MS	MG	MAT	CB	ENA	MM	Ca	P	Lys	Met	EM
Nir, (2003)	90	-	8,5	-	-	-	0,02	0,28	0,26	0,18	3350
Nijimbere, (2003) (maïs local)	88,1	3,72	10,5	3,46	-	3,15	-	-	-	-	3718
Nijimbere, (2003) (maïs importé)	89,6	4	8,41	2,89	-	1,73	-	-	-	-	3817
Nijimbere, (2003) (maïs sélectionné)	91,72	3,32	9,71	3,47	-	2,62	-	-	-	-	3716
Pozy et Dehareng, (1996)	86,4	2,2	9,8	2,8	-	1,9	0,03	0,28	-	-	-
Bulden, (1996)	-	-	9,7	-	-	-	0,01	-	0,32	0,2	3300
Larbier et Leclercq, (1992)	86	4,7	10,2	2,4	-	1,45	0,01	0,31	0,28	0,22	3350-3430
INRA, (1989)	86	4,2	9	2,2	69	1,35	0,08	0,34	0,25	0,19	3200-3300
Smith et al., (1987) (maïs jaune)	-	4,57	9	2	-	-	-	0,35	0,27	0,16	-
Smith et al., (1987) (maïs blanc)	-	3,7	8	2	-	-	-	0,4	0,24	0,14	-
Mogodin et Tacher, (1979)	86,2	4,1	8,4	2,1	70,3	1,5	0,04	0,28	-	-	-
Piccioni, (1965)	87,6	4,2	9,7	2,5	69,7	1,5	0,02	0,27	0,15	0,15	-

Source : SANON (2004)

1.3.1.2. la digestibilité

La digestibilité d'un aliment indique son degré d'utilisation par l'animal. Quantitativement, elle s'exprime par le coefficient d'utilisation digestive (**CUD**). Le **TDN** (éléments digestifs totaux) donne également une idée sur la digestibilité des aliments. Le maïs présente d'une manière générale,

une excellente digestibilité. Cela s'explique par la bonne digestibilité de son amidon, de ses protéines, sa faible proportion en cellulose (2,5 % de MS) et l'absence de facteurs antinutritionnels tels que les tanins. Son amidon est le plus digestible chez les oiseaux avec une digestibilité d'environ 98 % (**LARBIER et LECLERCQ, 1992**).

1.3.1.3. La valeur énergétique

Le maïs est la céréale de choix pour l'alimentation des oiseaux domestiques. Comparé aux autres céréales, le maïs a la valeur énergétique la plus élevée et la plus stable au cours de l'année (**LARBIER et LECLERCQ, 1992**). Cela se justifie, entre autres, par la bonne digestibilité de sa matière organique avec un **TDN** (éléments digestifs totaux) estimé à 80,75 % et par sa valeur énergétique élevée (environ 3 432 kcal / kg) (**FERRANDO, 1969** cité par **LOUL, 1998**).

Or, une analyse de la composition centésimale, de l'énergie brute et de la viscosité utile réelle réalisée sur 37 échantillons de maïs grain en France sur des coqs adultes a montré que la valeur d'énergie métabolisable du maïs varie dans de grandes proportions (**LESSIRE et al., 2003**). Cette variabilité est due en grande partie à une grande variation des teneurs en lipides totaux: 2,67 à 8,37 %. Cet auteur a obtenu des valeurs de l'énergie métabolisable comprises entre 3 635 à 4 093 kcal/kg de matière sèche.

Aussi, de nombreux articles ont traité des facteurs de variation de sa composition centésimale et de sa valeur nutritionnelle, surtout de sa teneur en énergie métabolisable (EM) chez les oiseaux domestiques. Selon ces auteurs, les valeurs de l'énergie métabolisable varient de moins de 3 500 kcal / kg à plus de 3 940 kcal/kg de produit sec, voire à plus de 4 000 kcal pour des maïs riches en huile (**DALE et WHITTLE, 1991 ; RAND et al., 1997**) cités par **LESSIRE et al. (2003)**.

1.3.1.4. La valeur protéique

Le maïs possède une faible valeur protéique avec un profil d'acides aminés très déséquilibré. Il est déficient en lysine et en tryptophane avec un excès de leucine. Le profil des acides aminés varie en fonction du taux protéique de la céréale et des variétés (**LARBIER et LECLERCQ, 1992**).

1.3.1.5. Les minéraux et les vitamines

Comme la plupart des céréales, le maïs est pauvre en éléments minéraux. Le phosphore du maïs est pratiquement indisponible car cet élément se trouve piégé par l'acide phytique. Il est également presque dépourvu de calcium et de sodium mais, riche en xanthophylles contrairement au

blé. Ce pigment donne la coloration jaune de l'œuf et de la peau chez les oiseaux capables de le fixer (**LARBIER et LECLERCQ, 1992**).

1.3.1.6. Les facteurs antinutritionnels

Le maïs est dépourvu de facteurs antinutritionnels comme les tanins.

1.3.2. LE SORGHO

1.3.2.1. Les généralités sur le sorgho

Le sorgho appartient à la famille des poacées, tribu des Andropogonae, genre Sorghum, espèce bicolor originaire d'Afrique. Il est répandu dans la zone intertropicale et déborde largement dans la zone tempérée (**SMITH, 1992**).

En termes de production, le sorgho est la quatrième céréale au monde après le blé, le riz et le maïs et représente moins de 4 % de la production mondiale de céréales. Les USA sont les premiers producteurs avec 14,7 millions de tonnes en 1988 soit 24 % de la production mondiale. En ce qui concerne le continent africain, le sorgho représente la deuxième céréale après le maïs. Sur une production totale de 89 millions de tonnes de céréales en 1988, le sorgho a représenté 14 % de la production après le maïs.

1.3.2.2. La composition chimique

Le sorgho présente d'importants atouts qui justifient son utilisation en alimentation animale. Sa composition chimique et sa valeur nutritionnelle (**LARBIER et LECLERCQ, 1992**) sont proches de celles du maïs. Le sorgho contient de fortes teneurs en amidon (75 % MS), de matières grasses (4,1 % MS) et de faibles teneurs de fibres (< 10 % MS) ce qui lui confère une valeur énergétique élevée, égale voire supérieure à celle du maïs grain (**tableau VIII**). Il est légèrement plus riche en protéines que le maïs (11,4 % de MS). Il est presque dépourvu de calcium (0,03 % de MS) et la disponibilité de son phosphore est faible de l'ordre de 0,06 % de MS (**LARBIER et LECLERCQ, 1992**). Le principal problème du sorgho réside dans la variabilité de sa teneur en tanins. De plus, les résultats des enquêtes sur la qualité annuelle du sorgho réalisées par **l'ONIGC et ARVALIS-Institut du végétal** montrent une faible variabilité de la qualité du sorgho entre régions de production et entre années, ce qui représente un autre avantage de taille pour le sorgho (**GAUTIER, 2008**).

Enfin, il est important de noter que la composition chimique du sorgho varie en fonction des souches.

Tableau VIII : Composition de diverses fractions du grain de sorgho (pour 100 g)

	Grain entier	Albumen	Germe	Son
Protéines (g)	12,3	12,3	18,9	6,7
Lipides (g)	3,6	0,6	28,0	4,9
Cendres (g)	1,65	0,37	10,4	2,0
Amidon (g)	73,8	82,5	13,4	34,6
Riboflavine (mg)	0,13	0,09	0,40	0,40
Niacine (mg)	4,5	4,4	8,1	4,4

Source : **Hubbard et al. (1950)** cités par **FAVIER (1989)**.

La variabilité de la composition des matières premières rend difficile la connaissance parfaite de leur composition chimique. En effet, dans un même pays, des différences notables de composition des matières premières et des sous-produits peuvent être relevées. Les facteurs de variations sont les variétés, les conditions culturales, les traitements techniques réalisés, la conservation et le stockage (germination, fermentation, insectes) (**tableau IX**). Ainsi, la composition des matières locales n'est souvent pas en accord avec les valeurs indiquées dans les tables de formulation des aliments. Cette réalité peut modifier les prévisions de performances (**SANON, 2009**).

Tableau IX : Composition chimique (en % de MS) et valeur énergétique (kcal / kg MS) des graines de sorgho

Sources	MS	MG	MAT	CB	ENA	MM	Ca	P	Lys	Met	EM
Nijimberc, 2003	91	3	11,43	3,09	-	2,54	-	-	-	-	3695
Nir, 2003	88	-	11	-	-	-	0,04	0,32	0,22	0,16	3210
Pozy et Dehareng, 1996	89	3,5	9,1	3,5	-	2,7	0,03	0,32	-	-	-
Larbier et Leclercq, 1992	86	3,5	12	3	-	1,69	0,03	0,35	0,28	0,19	3730
INRA, 1989	86	3	10	2,5	69	1,45	0,03	0,3	0,23	0,16	3140-3180

Source : (SANON, 2004).

1.3.2.3. La digestibilité

Le grain du sorgho est un aliment énergétique grâce à sa haute teneur en amidon. La digestibilité de son amidon est bonne mais, elle est réduite par la présence de facteurs antinutritionnels (tanins) contenus dans certaines variétés (**LARBIER et LECLERQ, 1992**). Les tanins exercent, dans le cas du sorgho, un effet négatif sur la digestibilité des protéines et de l'amidon. L'expression de cet effet négatif est la baisse de la valeur énergétique dont l'intensité est proportionnelle à la teneur en tanins. La digestibilité apparente des acides aminés du sorgho riche en tanins est de 22 % alors que cette valeur est de 71 % pour le sorgho ayant une faible teneur en tanins (**GUATIERI et RAPACCINI, 1990**). Le sorgho africain "plus pauvre" en tanins (< 1 %) présente une meilleure digestibilité que le sorgho français ou américain (**ANSELME, 1987**).

1.3.2.4. La valeur énergétique

Le sorgho est riche en énergie métabolisable à cause de sa forte teneur en amidon mais également de la présence d'une importante quantité de matières grasses. La teneur en tanins réduit cette valeur énergétique. Des travaux ont montré que, lorsque la teneur en tanins du sorgho passe de 0,2 à 0,02 %, son énergie métabolisable augmente de 2 617 à 3 516 kcal/ kg (**LOUL, 1998**).

1.3.2.5. La valeur protéique

Il est important de noter que les acides aminés des protéines du sorgho sont déficients en lysine. Par ailleurs et contrairement au maïs, le sorgho est riche en tryptophane et en acides aminés soufrés. La matière grasse est riche en acides linoléique et linolénique (**LARBIER et LECLERQ, 1992**). Le taux protéique du sorgho (11,4 % de MS) est supérieur à celui du maïs estimé à 8 % de MS (**SMITH, 1992**).

Tableau X : Composition en acides aminés des variétés de sorgho (g/16g d'azote)

Acides aminés	Bassi	<i>S. guineensis</i>	<i>S. durra</i>	<i>S. caffra</i>
Arginine	3,20	3,50	3,30	3,90
Histidine	2,12	2,05	1,91	2,45
Lysine	1,81	2,41	2,27	2,87
Tryptophane	1,15	1,25	1,15	0,95
Phénylalanine	3,95	5,00	4,80	4,75
Cystine	2,05	1,40	1,45	1,45
Méthionine	2,80	2,60	2,50	3,10
Threonine	2,60	3,80	4,30	4,10
Isoleucine	24,1	24,1	26,4	25,2
Valine	5,00	5,40	4,25	5,15
Leucine	4,80	4,90	5,20	4,40

Source : **ADRIAN et SAYERSE (1956)**

1.3.2.6. Les minéraux et vitamines

A l'instar des autres céréales, le sorgho est carencé en la plupart des éléments minéraux. Le grain de sorgho contient respectivement 3,24 g/MS et 0,35 g /MS de phosphore et de calcium. En plus d'être pauvre en phosphore, 70 % du phosphore se trouve sous forme de phosphore phytique c'est à dire inclus dans les ions phytiques alors que le sorgho ne contient pas de phytases. Tous ces facteurs rendent le phosphore alimentaire indisponible et réduisent sa digestibilité ; d'où la nécessité de compléter les rations alimentaires en minéraux. Le sorgho contient plus ou moins des vitamines du groupe B, il est relativement riche en niacine, riboflavine, thiamine, pyridoxine et en acide pantothénique. Il renferme également les vitamines D, E et K. Cependant, le sorgho est dépourvu de vitamine C et pigments caroténoïdes précurseurs de la vitamine A (**SAUVANT et al., 2002**).

1.3.2.7. Les facteurs antinutritionnels

Les tanins permettent à la graine de résister aux moisissures. Mais, les tanins diminuent la digestibilité des protéines et du fer en se liant à ces derniers pour former des complexes indigestibles. Par ailleurs, en colorant les farines et semoules, ils les rendent inacceptables ou moins acceptables pour les consommateurs (**FAVIER, 1989**). Le gros problème des sorghos réside dans la variabilité de leur teneur en tanins qui est un facteur antinutritionnel. Ce sont des composés phénoliques d'origine végétale, à l'état libre ou estérifié, présents principalement dans le péricarpe qu'il protège grâce à leur forte activité antimicrobienne et antifongique. Les tanins sont les composés les plus antinutritionnels parmi les composés phénoliques. On distingue des tanins condensés plus ou moins polymérisés et les tanins hydrolysables constitués d'acides phénoliques et d'oses.

La propriété principale des tanins est de précipiter les protéines (matières premières, enzymes digestives) réduisant ainsi la digestibilité des protéines. En effet, les tanins se lient aux protéines et deviennent donc indigestes. Ils peuvent rendre indisponibles toutes les protéines du grain de sorgho (**LARBIER et LECLERCQ, 1992**). Chez le bétail, ils peuvent réduire l'efficacité alimentaire (de 5 à 10 % en comparaison avec les sorghos sans tanin), mais tout dépend de l'animal et du traitement du grain (**SANON, 2009**). De nombreux travaux pour étudier la valeur alimentaire du sorgho ont montré l'effet négatif de la teneur en tanins sur la valeur énergétique du sorgho chez les animaux monogastriques que ce soit chez les porcs ou chez les volailles.

Conscients des problèmes rencontrés en alimentation animale, les sélectionneurs ont engagé des efforts importants de recherche dans les années 80 pour réduire les teneurs en tanins dans les graines. Ce critère est depuis pris en compte pour l'inscription des nouvelles variétés (< 0,3 %) et aujourd'hui, les variétés cultivées en France ont toutes des teneurs très faibles en tanins (< 0,2 %). En pratique, la teneur des tanins est comprise entre 0,2 pour les meilleures variétés et 2% pour les plus mauvaises (**LARBIER et LECLERCQ, 1992**). Aujourd'hui, les taux d'incorporation ont bien augmenté par rapport au passé. Or, on sait que chez le porc charcutier, le porcelet et le poulet de chair, le sorgho à faible teneur en tanins permet les mêmes performances que le maïs grain. Les Espagnols l'ont bien compris, puisqu'ils incorporent de 30 à 50 % de sorgho dans les formules pour les porcs (**GAUTIER, 2008**). En dehors de certains cahiers de charges de volailles plafonnant l'incorporation à 2%, on incorpore de 5 à 10 % et on peut aller jusqu'à 15 % pour les porcs. Le sorgho, par contre, n'a pas de pigment. Pour l'œuf ou pour la chair du poulet (poulet jaune), le maïs fait la différence (**LE JOURNAL DU SORGHO, 2010**).

1.3.3. LE MIL

Les mils sont des graminées appartenant à plusieurs espèces. Parmi les plus importantes, on peut citer: *Pennisetum*, *Seteria*, *Eleusine*, *Paspalum*, *Digitaria*. Les exigences de ces plantes varient mais, le mil reste la céréale la plus résistante à la sécheresse (FERRANDO, 1964) cité par LOUL (1998).

1.3.3.1. La composition chimique

Comme les autres céréales, les mils sont essentiellement constitués d'amidon. Leur teneur en protéines est presque identique à celle du maïs (FAO, 1995).

Ils ont une forte teneur en matières grasses avec une composition en acides gras proche 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. Ils sont également riches en fer et en phosphore. En général, les grains complets sont une source importante des vitamines du groupe B, qui sont surtout concentrées dans le son. Le mil est dépourvu de vitamines C et A. Mais, certaines variétés d'endospermes contiennent de petites quantités de β -carotène, précurseur de la vitamine A. Une autre caractéristique des grains de mil est leur forte teneur en fibres alimentaires (LOUL, 1998).

1.3.3.2. La digestibilité

La digestibilité des éléments nutritifs des mils est affectée négativement par sa forte teneur en fibres alimentaires (FAO, 1995). La fibre alimentaire est la somme de la lignine et des polysaccharides qui ne sont pas hydrolysés par les enzymes endogènes du tube digestif. 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 (LOUL, 1998).

1.3.3.3. La valeur énergétique

Le mil à une valeur énergétique élevée mais, comparée à celle des autres céréales, il possède la plus faible valeur énergétique (tableau XI).

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

Source	MS	MG	MAT	CB	ENA	MM	Ca	P	Lys	Met	EM
Nijimbere (2003)	91,35	3,83	9,6	3,47	-	2,92	-	-	-	-	3166
Nir (2003) (millet pearl)	90	-	14	-	-	-	0,05	0,32	0,45	0,25	2675
Nir (2003) (Millet proso)	90	-	11,6	-	-	-	0,03	0,43	0,21	0,16	2898
Piccioni (1965)	87,6	3,7	11,6	9	-	3,6	0,05	0,03	0,3	0,15	-

Source: (SANON, 2004).

1.3.3.4. La valeur protéique

Selon le **tableau XII**, la valeur protéique du mil est comparable à celle du maïs (FAO, 1995).

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

acides Aminés	Souna (early)	Sanio (late)	<i>P.pycnostachyu m</i>	<i>P. nigritarum</i>	<i>P.pycnostachyu m x 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)

1.3.3.5. Les minéraux et vitamines

Comme les céréales en général, le mil est carencé en minéraux et en vitamines (**Tableau XI**).

1.3.3.6. Les facteurs antinutritionnels

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**).

Tableau XIII : Composition des céréales (pour 100 g de grain à 10 % d'humidité).

	Sorgho	Mil	Maïs
Protéines (g)	11	10,6	9,5
Lipides (g)	3,2	4,1	4,0
Glucides disponibles (g)	59,3	73,2	66
Fibre diététique (g)	14,5		9
Calcium (mg)	26	22	16
Phosphore (mg)	330	286	220
Fer (mg)	10,6	20,7	3,6
Thiamine (Vit. B ₁) (mg)	0,34	0,30	0,33
Riboflavine (Vit. B ₂) (mg)	0,15	0,22	0,10
Niacine (Vit. PP) (mg)	5,3	4,7	3,1
Pyridoxine (Vit. B ₆) (mg)			0,4
Acide pantothénique (mg)	1 2	1,25	0,65
Biotine (mg)			6

Source : (FAO, 1970 cité par FAVIER, 1989).

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. Ainsi, elles font l'objet de différents types de présentation et distribution qui seront traités dans le chapitre suivant.

CHAPITRE III : TAILLE PARTICULAIRE DES ALIMENTS ET LES METHODES DE DISTRIBUTION DES CEREALES ENTIERES

3.1. LE COMPORTEMENT ALIMENTAIRE DES OISEAUX

La connaissance des principales composantes du comportement alimentaire des oiseaux est importante afin d'élucider certaines causes des échecs en aviculture (**PICARD et al., 2000**). Le comportement alimentaire est un outil nécessaire pour mieux comprendre les réactions d'un poulet qui voit avec ses yeux d'oiseau et touche avec son bec des particules de l'environnement.

L'une des premières nécessités de la vie est d'apprendre à reconnaître l'aliment. L'apprentissage semble plus rapide chez les poulets de chair à croissance rapide que chez ceux à croissance lente (**PICARD et al., 1999**). Très tôt dans sa vie, grâce à une vision précise des détails et une perception tactile spécifique du bec, le poussin est capable d'associer des caractéristiques visuelles et tactiles comme la couleur ou la texture de ce qu'il picore à un malaise (**HALE et al., 1988**). La vision des détails et la sensibilité tactile du bec sont les deux outils principaux de détection et d'identification de l'aliment chez les volailles.

L'acuité visuelle des volailles est très supérieure à celle des mammifères (**MORAN, 1982 ; HOGAN, 1984 ; STAMP-DAWKINS et al., 1997**) cités par **PICARD et al., 2000**. La reconnaissance d'objets ou de couleurs par les poules est efficace à une distance relativement courte, d'environ 5 à 25 cm. Le bec est un outil polyvalent et indispensable, utilisé par l'oiseau comme unique organe pour toucher l'environnement et particulièrement l'aliment, faire le toilettage de son plumage, boire, manger et se défendre (**PICARD et al., 2000**). La perception tactile des particules alimentaires est essentiellement faite par le bec. Une réduction des sensations tactiles modifie la perception de l'aliment qui est, au tout début de la vie, relativement indépendante de la nutrition.

Le choix particulier est très rapide et précis, mais il peut également changer avec l'expérience sensorielle que l'animal a de l'aliment mis à sa disposition. La consommation d'un aliment est déterminée par son identification sensorielle par l'animal qui anticipe les effets métaboliques associés lors d'expériences antérieures de cet aliment ou d'aliments semblables. Mieux connaître le comportement alimentaire des volailles devrait permettre d'optimiser les caractéristiques physiques des aliments qui leur sont distribués.

3.2. LA PARTICULAIRE ALIMENTAIRE

3.2.1. LA DEFINITION

Une particule alimentaire peut se définir par sa taille, sa forme, sa ou ses couleur(s), sa dureté, sa densité, son élasticité et sa rugosité.

3.2.2. L'IMPORTANCE

Les volailles exercent leurs capacités de choix sur les particules qu'elles trouvent dans leur environnement. La valeur nutritive des particules a une importance déterminante dans leur ingestion mais également des caractéristiques physiques.

Des poulets de chair ayant depuis l'âge de 15 jours un choix libre entre du maïs et un aliment complémentaire consomment une proportion de ce dernier qui varie de 27 à 37 % selon la forme physique respective des deux aliments (**YO et al., 1997**). Pendant la première semaine de distribution, le maïs et l'aliment complémentaire sont distribués en farine et, lorsque l'aliment complémentaire est présenté ensuite en granulé, il faut environ trois jours pour que la consommation se stabilise. Ce délai correspond à une phase d'identification et d'adaptation sensorielles de durée variable dans les transitions alimentaires.

Dans les conditions d'un aliment unique, les oiseaux préfèrent les particules de grande taille. Aussi bien chez les pondeuses que chez les poulets en croissance, les plus grosses particules de l'aliment sont consommées au début et les particules les plus fines sont mangées à la fin. Il est donc nécessaire d'ajuster la taille des particules alimentaires pour conduire les poules à consommer tout leur aliment (**ROUSSELLE et RUDEAUX, 1994**). Le poulet en croissance, entre 8 et 16 jours, consomme d'abord les 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. 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 de 10 jours. La quantité de grosses particules (ici de taille supérieure à 0,8 mm) consommée est proportionnelle à leur fréquence dans l'aliment (**WAUTERS et al., 1997**).

Dans les élevages, l'incidence de ces tris est limitée par la granulation des aliments et les techniques de distribution de l'aliment qui obligent les animaux à vider leur mangeoire. Pour améliorer la productivité des élevages avicoles, on utilise le plus souvent des aliments complets granulés (**PICARD et al., 2000**).

3.3. LES AUTRES FACTEURS MODIFICATEURS DU CHOIX ALIMENTAIRE DES OISEAUX

La taille et la composition des particules alimentaires ne sont pas les seules responsables des réactions observées (PICARD *et al.*, 2000).

Les volailles réagissent presque instantanément à une variation de caractéristiques physiques de l'aliment (NIR *et al.*, 1990). En face d'un aliment nouveau, elles consomment d'abord une proportion faible pendant un délai qui dure de plusieurs heures à plusieurs jours ; puis, elles modifient progressivement leurs préférences tout en continuant de consommer une importante proportion de l'aliment non favori (figure 4). Ce type de comportement correspond sans doute à des mécanismes généraux d'adaptation pour survivre dans un milieu complexe (MEUNIER-SALAÜN *et al.*, 1996). Le jeune poussin de chair présente dans les premiers, jours de vie, d'extraordinaires capacités d'adaptation à des contraintes environnementales, à des modifications d'accès ou de composition de l'aliment ; on peut le rendre « néophile » par des changements répétés.

Après deux à trois semaines d'élevage dans un environnement homogène, il devient très difficile de lui faire apprendre une nouvelle activité (TURRO - VINCENT, 1994). La probabilité d'obtenir une réaction de non identification de l'aliment ou de rendre l'adaptation à une situation nouvelle augmente avec l'âge de l'animal (PICARD *et al.*, 2000).

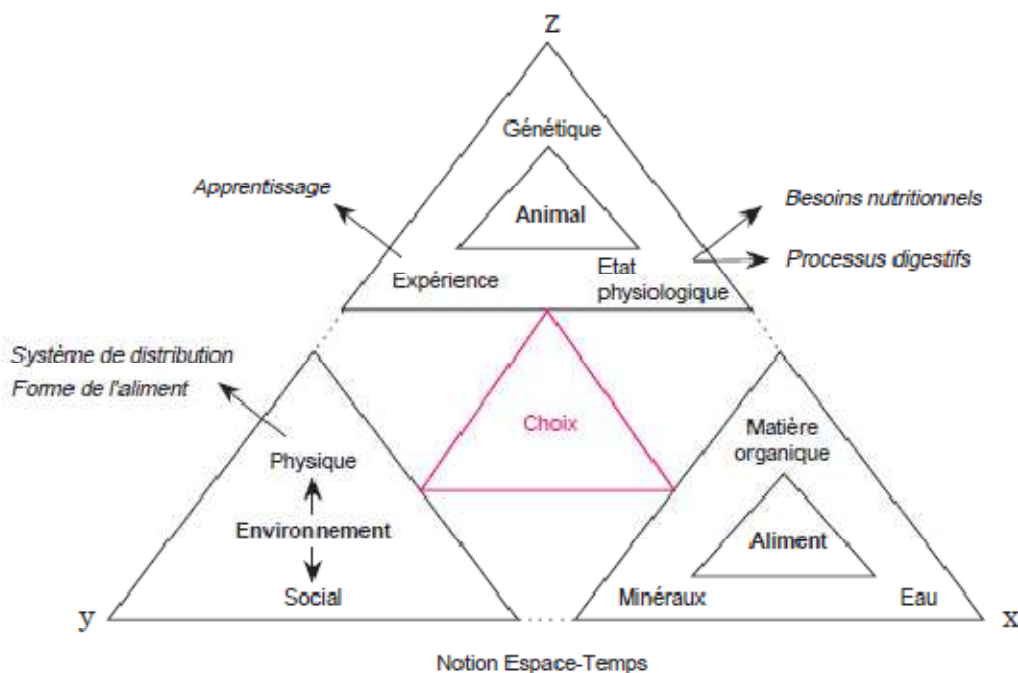


Figure 4 : Les facteurs de variation du choix alimentaire des oiseaux

Source : (MEUNIER-SALAN *et al.*, 1996)

3.4. LA GRANULOMETRIE

3.4.1. LA DEFINITION

La croissance corporelle très rapide des poussins de chair conduit à des ajustements de choix particuliers qui sont partiellement liés à la croissance du bec. La granulométrie est l'étude de la distribution de la taille des particules d'une farine. Elle est en rapport avec toutes les opérations unitaires de broyage, de séparation, mélange, mais également des phénomènes physico-mécaniques liés à l'ingestion et au transit digestif des particules alimentaires (**MELCION, 2000**). Selon cet auteur, le mot granulométrie recouvre tantôt la discipline qui a pour but l'étude de la taille des particules, tantôt la caractéristique elle-même. La granulométrie est alors l'expression de l'état granulaire d'une poudre. Etudier la taille des particules est l'objet de l'analyse granulométrique, étudier la forme des particules est l'objet de l'analyse morphologique. Une analyse précise de la granulométrie optimale d'un aliment devrait considérer avec attention les caractéristiques et l'état de l'organe essentiel de la préhension et du toucher qu'est le bec (**PICARD et al., 2000**).

Les volailles préfèrent et mangent plus vite les particules dont la taille facilite la préhension par un bec de dimensions variables. Par exemple, les effets de cinq aliments de taille et de dureté croissantes des particules (farine, mélange pour moitié de farine et granulés, granulés, mélange pour moitié de granulés passés une et deux fois dans la presse et enfin granulés passés deux fois) ont été comparés sur le comportement, le développement des capacités digestives, la consommation et la croissance des poulets de 1 à 6 semaines d'âge (**NIR et al., 1994**). L'introduction de 50 % de granulés dans le régime farine a fait augmenter la consommation et l'efficacité alimentaire, réduire la taille du gésier et le temps passé à manger. L'augmentation de la dureté des particules tend plutôt à diminuer l'ingéré sans améliorer la productivité.

3.4.2. LES EFFETS DE LA GRANULOMETRIE SUR LE PROCESSUS DIGESTIF

Les effets de la taille des particules alimentaires sur les processus de digestion chez les oiseaux d'élevage sont la résultante de ces effets sur le transit digestif et sur la disponibilité des contenus intracellulaires des végétaux. Des particules ingérées dures ou de grande taille nécessitent une hydratation dans le jabot avant de pouvoir être broyées dans le gésier. Les particules grossières des aliments modifient le transit digestif chez les oiseaux à court terme, car elles allongent le temps de transit par une rétention plus longue de l'aliment dans le gésier, mais aussi à long terme par une augmentation du poids du gésier (**MUNT et al., 1995 et CARRE, 2002**) cités par **NGA OMBEDE (2009)**. Le temps moyen de transit digestif est relativement court chez les oiseaux d'élevage (5 à 9 h), comparativement aux mammifères monogastriques (7 à 48 h), probablement du fait de la faible

longueur du côlon des oiseaux (3 à 15 cm). La résistance, la forme et la plasticité d'une particule sont donc également importantes pour expliquer le temps de séjour dans le gésier (**FERRANDO et al., 1987**).

Les sites digestifs responsables de cette variation entre particules sont essentiellement le gésier et les caeca. Le gésier n'est pas seulement un organe qui assure la digestion par la réduction des tailles particulières, il participe également au bon fonctionnement de l'intestin grêle: la régulation par la vidange pylorique assure la régularité de la digestion et le maintien de la pression osmotique intestinale par un message rétroactif du duodénum vers les muscles gastriques (**WARNER, 1981 ; VERGARA et al., 1989 ; DUKE et EVANSON, 1972**) cités par **CARRE (2000)**.

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. 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. 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 ; CARRE et al., 1995**) cités par **NOIROT et al. (1998)**. La distribution de céréales graines entières stimule le développement pondéral du gésier, ce qui modifie la digestion et pourrait, dans certaines conditions, améliorer la résistance naturelle à la coccidiose (**NOIROT et al., 1998**). Or, un poids important du gésier est associé à un pH plus faible de son contenu (**NIR et al., 1994**) ; ce qui pourrait contribuer à renforcer le rôle de barrière joué par l'estomac contre les infections extérieures.

Les données de la littérature suggèrent qu'un broyage grossier serait plutôt positif pour réduire l'excrétion d'eau et également, dans certains cas, pour la digestibilité des protéines. Toutefois, s'il y a granulation après broyage, cela réduit les effets de la mouture d'origine et améliore la digestibilité (**CARRE, 2000**). La digestibilité de l'amidon du blé et son excrétion par le poulet de chair sont influencées par l'interaction de la dureté avec la modalité de présentation des grains de blé ($p < 0,01$). Il est également observé que la variabilité de la digestibilité et celle de l'excrétion de l'amidon par le poulet sont numériquement plus importantes dans le cas du blé dur par rapport au blé mou (**PIRON et al., 2007**).

Toutefois, un broyage grossier peut aussi présenter des inconvénients pour la digestibilité de certains constituants alimentaires (**CARRE, 2000**). Il paraît logique qu'une particule grossière présente un contenu moins disponible que celui d'une particule fine, du fait d'un ralentissement des vitesses de diffusion provoqué par les cloisonnements cellulaires. Au contraire, pour les grains de

céréales, le broyage présenterait une légère tendance à améliorer la valeur énergétique comparativement à une présentation en grains entiers non broyés (**BARRIER-GUILLOT et al., 1997**). La sensibilité des oiseaux d'élevage à la granulométrie des aliments peut se traduire par des modifications de l'excrétion hydrique et organique, avec des effets perceptibles sur l'efficacité alimentaire et l'état de la litière.

En conclusion, il existe des arguments favorables à une granulométrie plutôt grossière pour ce qui concerne les phénomènes liés au transit. Mais, la disponibilité d'une partie des contenus intracellulaires est favorisée par des granulométries fines, particulièrement avec les graines entières de dicotylédones. Toutefois, lorsque les aliments sont granulés, cette disponibilité devient beaucoup moins dépendante de la granulométrie initiale, en étant ramenée vers des valeurs plafonds (**CARRE, 2000**).

3.4.3. LES EFFETS DE LA GRANULOMETRIE SUR LES PERFORMANCES DU POULET DE CHAIR

La présentation de l'aliment est un facteur majeur pour les performances des volailles (**SAVORY, 1974 ; PICARD et al., 1997**). L'effet de la granulation de l'aliment sur les performances en est un exemple caractéristique (**CHOI et al., 1986**). Les volailles ne sont pas particulièrement friandes des particules très fines. Plusieurs travaux concernant les volailles à croissance rapide et plus récemment les volailles à croissance lente, indiquent que l'augmentation de la proportion de particules fines dans l'aliment entraîne une dégradation significative de la consommation, du gain de poids et de l'indice de consommation (**QUENTIN et al., 2005**). Des travaux ont été réalisés par ces auteurs sur du maïs broyé aux grilles de diamètres suivants : 2,5; 4; 6; 8; 10 et 12 mm. Une augmentation de 3 à 7 % de la consommation alimentaire des volailles a été observée. Cette dernière est maximale avec les moutures de 6 et 8 mm. Le gain de poids est maximal avec les moutures de 4 et 6 mm (+ 6 %) avec une amélioration l'IC de 3 % qui se dégrade progressivement avec le grossissement de la mouture.

En augmentant la taille des particules, le tri particulaire est stimulé. En choisissant les particules grossières, mieux adaptées à leur bec, le poulet reconstitue son aliment, moins bien équilibré que celui formulé, ce qui expliquerait la dégradation du gain moyen quotidien (**GMQ**) et de l'indice de consommation (**IC**). La composition protéique des refus passe de 17,5 % à 14-15 %, quelle que soit la mouture de l'aliment. Toutefois, cette évolution est moins rapide avec la mouture de 2,5 mm. Ce résultat implique que les poulets ont ingéré rapidement un aliment riche en protéines (20 % de protéines). Cette rapidité, exacerbée par la taille plus importante des particules (< à 2 heures),

indique que ce choix est d'abord lié à une préférence particulière plutôt qu'à un besoin protéique accru car les effets métaboliques de l'aliment ne peuvent être aussi rapides.

Une attention particulière a été portée à la relation entre les proportions des différentes fractions de l'aliment et la consommation mesurée. Le tri particulière est stimulé par l'augmentation de la taille des particules et la quantité consommée dépend également du taux de particules fines. Les relations entre consommation et proportion des fractions grossières et fines permettent de définir des normes objectives de granulométrie pour les fabricants d'aliments à la ferme. S'approcher de 4 % de particules supérieures à 3,15 mm et éviter de dépasser 40 % de particules fines semble être un bon compromis. Un renouvellement rapide de l'aliment dans les trémies prévient l'accumulation d'aliment "déséquilibré", et généralement très fin ce qui a comme double conséquence: une baisse de l'efficacité alimentaire (déséquilibre protéique) et une diminution de la vitesse de consommation (préhensibilité) (QUENTIN *et al.*, 2005).

3.4.4. LES EFFETS DE LA GRANULOMETRIE SUR L'INGESTION ALIMENTAIRE ET L'INDICE DE CONSOMMATION

Des travaux ont été réalisés dans cinq stations avec des aliments, de même composition présentés sous forme de granulés de manière à faire varier de manière indépendante la proportion de fines particules et la dureté des granulés chez les dindons à différents âges. La vitesse de consommation apparente a varié en fonction des deux paramètres : la granulométrie et l'âge des dindons. Les dindons ont mangé plus vite les aliments contenant moins de particules fines et de dureté supérieure avec des variations de performances de croissance peu marquées (PICARD *et al.*, 2000).

La détection sensorielle se traduit par une vitesse et des rythmes de consommation différents, des choix ou un tri particulière variable, et par l'acceptation plus ou moins rapide d'un nouvel aliment (PICARD *et al.*, 1997). La vitesse de consommation, le rythme et l'efficacité de l'ingestion dépendent de l'environnement et des caractéristiques physiques précises du régime (PICARD *et FAURE*, 1997) cités par PICARD *et al.* (2000). La taille et la dureté des particules déterminent une vitesse d'ingestion dont les conséquences zootechniques réelles dépendent de l'environnement.

Exposées à des conditions d'élevage variées ou constantes, les volailles s'adaptent plus ou moins vite à un changement d'aliment. Le type d'élevage peut donc modifier sensiblement la perception et les conséquences de la granulométrie du régime. Cela rend difficile l'établissement de normes de besoin des animaux (PICARD *et al.*, 2000). Ces auteurs ont étudié la vitesse de consommation pour différentes présentations alimentaires : farine, granulé. Ce travail avait pour objectif d'évaluer le comportement de poules pondeuses Isa Brown recevant des aliments sous différentes

présentations et nutritionnellement équivalents. Sept aliments ont été comparés: quatre sous forme de farine fine ou grossière, comportant ou non du blé entier en mélange, trois sous forme de petits granulés comportant ou non du blé en mélange (entier ou broyé). La vitesse d'ingestion a été plus élevée durant les 30 premières minutes de distribution avec une forte variabilité individuelle: 24 et 23 g/h vs 7 et 6 g/h en moyenne le reste de la journée pour les farines et les granulés respectivement, quelque soit la forme et l'apport de blé. La présentation de l'aliment en mélange n'a pas eu d'impact sur l'ingestion quotidienne (118,1 et 112,9 g/j pour les farines et les granulés). Les poules pondeuses ont opéré un tri particulière et ingéré préférentiellement les grosses particules (> 2mm) et ont montré une préférence pour le blé entier. Ces différents phénomènes observés, à court terme, pourraient engendrer une hétérogénéité importante de production à l'échelle d'un élevage sur des cycles plus longs.

Toutefois, la présentation de l'aliment complémentaire sous forme de granulés permet de limiter ce tri (**DEZAT et al., 2009**). Les volailles sélectionnent en effet leur prise alimentaire en fonction de la taille relative des particules au bec, quelque soit la composition du régime (**PORTELLA et al., 1988 ; NIR et al., 1994 ; WAUTERS et al., 1997**). Ces préférences peuvent ainsi induire un tri particulière néfaste à l'ingestion d'une ration équilibrée pour tous les animaux et entraîner une baisse globale de production. A court terme, les poules pondeuses ont une consommation non modifiée par la forme d'apport mais montrent une préférence pour les grosses particules et ont ingéré préférentiellement le blé entier. La présentation de l'aliment complémentaire sous forme de granulés doit limiter ce tri. Par ailleurs, l'apport de blé entier par séquence avec un aliment complémentaire devrait être envisagé afin de limiter la possibilité de tri des animaux (**DEZAT et al., 2009**).

3.5. LES PRINCIPALES METHODES DE DISTRIBUTION DES CEREALES ENTIERES

Il y a 50 ans, les granivores consommaient des graines de céréales entières dans les basses-cours. Actuellement, les céréales sont broyées, mélangées avec d'autres matières premières, pour obtenir un aliment complet unique qui est ensuite granulé ou non.

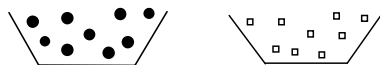
L'alimentation des poulets, avec un aliment complet équilibré, est aujourd'hui une technique éprouvée qui induit une vitesse de croissance maximale chez des génotypes de plus en plus précoces. La mortalité tardive, l'ascite, les troubles locomoteurs sont des pertes d'autant plus pénalisantes que le poids d'abattage augmente ; d'où aujourd'hui l'utilisation de nouvelles stratégies nutritionnelles comme la restriction alimentaire, l'utilisation des graines entières de céréales plus un aliment complémentaire en distribution séparée ou mélangée (**figure 5**). La

restriction alimentaire précoce, obtenue par un programme lumineux adapté au début de la vie, est partiellement efficace pour réduire ces pertes sans les éliminer. L'utilisation en finition de deux aliments de composition différente, dont on ferait varier le rythme de distribution, pourrait permettre à la fois de mieux gérer la courbe de croissance, et d'ajuster le régime alimentaire à la situation métabolique d'un troupeau (**BOUVAREL et al., 2003**). En effet, dans les grands élevages d'Europe du nord, des céréales entières (blé principalement), sont distribuées simultanément ou alternativement avec un aliment complémentaire soit en alimentation séparée (dans l'espace ou dans le temps) ou en alimentation mélangée. Ces techniques 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 ont été surtout étudiées pour le poulet de chair et très peu pour la poule pondeuse.

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. Ces modes d'alimentation permettent d'adapter la proportion de céréales consommées à l'âge du poulet et de diminuer les coûts de stockage, de transformation et de transport des céréales si l'aviculteur les produit (**NOIROT et al., 1998**). Puisque le broyage lors de la fabrication représente plus de 25 % de coût énergétique (**DOZIER, 2002**) cité par **UMAR FARUK et al. (2009)**.

L'alimentation séparée dans l'espace

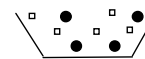
Forme de choix libre avec les deux types d'aliments présentés simultanément dans des mangeoires distincts.



- Complément
- Céréale

Le mélange

Présentation simultanée des deux aliments dans la même mangeoire permettant en partie la sélection alimentaire avec une proportion de céréale déterminée et variables avec l'âge du poulet. Le poulet reste libre de sélectionner les particules dans le mélange.



Alimentation séquentielle

Céréales et complément sont distribués lors de séquences alternées dans le temps. Les séquences peuvent être d'égales durées ou non.



Figure 5 : Les principales stratégies nutritionnelles chez les oiseaux

Source : (NOIROT *et al.*, 1998)

3.5.1. L'ALIMENTATION MELANGEE

Elle consiste à présenter de façon simultanée deux aliments dans la même mangeoire permettant de contrôler en partie la sélection alimentaire avec des proportions de céréales déterminées et variables avec l'âge du poulet (**Figure 5**). En alimentation mélangée, les graines de céréale non broyées sont mélangées avec un aliment riche en protéine. Les poulets sont libres de sélectionner les particules dans le mélange (NOIROT *et al.*, 1998).

3.5.1.1. Les avantages

La technique du mélange 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, le risque étant que les poulets peuvent trier les particules. De plus, la technique de mélange a donné des résultats comparables à ceux obtenus avec l'alimentation complète en terme de production moyenne mais avec une plus grande variabilité de résultats (NATHALIE *et al.*, 2009).

3.5.1.2. Les inconvénients

Tout d'abord, le tri particulier est un facteur majeur pour l'ingestion. En effet, les poules préfèrent les grosses particules dans les mélanges (UMAR FARUK *et al.*, 2009). Cette pratique peut en effet présenter des risques nutritionnels, notamment en matière de couverture des besoins protéiques de l'animal, et avoir des conséquences sur l'état d'engraissement et les rendements en viande des carcasses à l'abattoir (CHEVALIER *et al.*, 2007).

De plus, les équipements automatisés de mélange sont coûteux (LE DOUARIN, 1997) et les contrôles automatiques des poids des poulets utilisés dans le cadre de la régulation automatique des quantités d'aliments distribuées sont peu fiables pendant la phase de finition et ne semblent donc pas adaptés pour ajuster le mélange (NOIROT *et al.*, 1998).

3.5.2. L'ALIMENTATION SEPARÉE DANS L'ESPACE

Selon NOIROT *et al.* (1998), l'alimentation séparée dans l'espace est une forme de choix libre avec les deux types d'aliments présentés simultanément dans des mangeoires distinctes.

3.5.2.1. Les avantages

Le principal avantage de la méthode d'alimentation séparée est la simplicité de sa mise en œuvre pratique. Les résultats de l'alimentation séparée sont très variables, en termes de performances de croissance, de qualité des carcasses et de niveau de consommation de la céréale entière (NOIROT *et al.*, 1998).

3.5.2.2. Les inconvénients

L'espace relatif à occuper par chacun des deux aliments doit être cependant déterminé en conditions d'élevage (NOIROT *et al.*, 1998). En plus, la sélection des deux types d'aliment reste difficilement maîtrisable, d'où parfois une détérioration des résultats. Les céréales se différencient des aliments complémentaires par leurs teneurs en protéines et en énergie métabolisable. Ainsi, le principal problème rencontré est celui du rapport protéines/énergie du régime effectivement ingéré par le poulet. Ce rapport peut être différent de celui d'un aliment complet et peut ne pas permettre d'obtenir les mêmes performances de croissance et/ou des qualités de carcasse comparables. Par exemple, lorsque les poulets consomment, dans un aliment composé de maïs concassé et d'un concentré à 44% de protéines brutes, 73 % de leur ration sous forme de maïs concassé est consommée entre 1 et 42 jours, alors une consommation protéique inférieure de 15 % à celle du témoin recevant un aliment complet est constatée, 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) cité par NOIROT *et al.* (1998).

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. 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 (SCHOLTYSEK *et al.*, 1983 ; LEESON *et al.*, 1993) cités par NOIROT *et al.* (1998).

L'incorporation de céréales entières dans l'alimentation du poulet de chair entraîne la distribution de deux types d'aliments, dont les proportions ne peuvent être que partiellement contrôlées, car les différents facteurs individuels de sélection alimentaire interviennent. La recherche s'est principalement concentrée sur l'étude de l'alimentation séparée dans l'espace, mais, si le poulet est capable de constituer un régime globalement équilibré, celui-ci ne correspond pas toujours à la croissance et à la composition corporelle optimale recherchée par l'éleveur (NOIROT *et al.*, 1998).

3.5.3. L'ALIMENTATION SEQUENTIELLE

L'alimentation séquentielle est un mode d'alimentation, de gestion de la croissance qui consiste à distribuer plusieurs aliments de caractéristiques nutritionnelles différentes (énergie, protéine) à l'animal en alternance, au sein de cycles d'un à quelques jours permettant de moduler les tendances de consommation naturelles du poulet, tout en recréant partiellement les conditions d'une alimentation plus variée (RYS et KORELESKI, 1980) cités par BOUVAREL *et al.* (2007).

Les programmes d'alimentation séquentielle proposent des aliments différents à différentes périodes de la journée. Ces programmes permettent d'introduire une plus grande variabilité dans la composition des aliments grâce à un rythme de distribution adapté, tout en maintenant un équilibre nutritionnel global, puisque celui-ci ne résulte plus de l'équilibre obtenu au sein d'un aliment unique, mais de la complémentarité des différents aliments utilisés dans le programme (NOIROT *et al.*, 1998 ; BIZERAY *et al.*, 2002 ; BOUVAREL *et al.*, 2004) cités par LETERRIER *et al.* (2005). Comme tout programme nutritionnel, elle peut être utilisée pour maîtriser la croissance de l'animal. Les programmes d'alimentation séquentielle influencent également le comportement des animaux (NOIROT *et al.*, 1998, BIZERAY *et al.*, 2002) cités par LETERRIER *et al.* (2005).

3.5.3.1. Les avantages

Le principal avantage de cette méthode est la simplicité de sa mise en œuvre pratique puisque les mêmes installations de distribution alimentaire, qu'avec un régime complet, sont utilisées. Cette technique (**GOUS et DU PREEZ, 1975**) peut être un moyen de valoriser les coproduits dans un aliment riche en protéines et peu énergétique, avec des matières premières classiques (céréales, tourteau de soja) sachant que les performances zootechniques observées avec cette technique sont identiques à celles obtenues avec une alimentation complète équilibrée (**BOUVAREL et al., 2004; BOUVAREL et al., 2008**) cités par **NOIROT et al. (1998)**.

La quantité des graines entières consommée dépend fortement de la durée des séquences d'alternances. Avec un aliment complet de type démarrage offert pendant 18 heures, suivi de blé complet pendant 6 heures, des poulets consomment en moyenne 15 % de blé entier dans leur ration globale entre 1 et 49 jours d'âge (**COVASA et FORBES, 1994**). Avec des séquences d'égales durées pour les deux types d'aliment (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.

Toutefois, ces deux variantes de l'alimentation séquentielle permettent d'obtenir des performances de croissance comparables à celles obtenues avec un aliment complet. Cependant, pour des séquences qui sont courtes (4 heures), le poulet peut exprimer un rejet de la céréale et jeûner jusqu'à la séquence aliment complémentaire qui suit. Des séquences supérieures à 12 h peuvent mettre l'animal en situation de carence nutritionnelle. Il semble qu'une durée intermédiaire, de l'ordre de 8 heures, soit préférable (**ROSE et al., 1995**). Un approfondissement des recherches est nécessaire pour définir les durées optimales des séquences, selon l'âge de l'animal (**NOIROT et al., 1998**). L'alimentation séquentielle permet également de diminuer l'incidence des troubles locomoteurs en augmentant l'activité des animaux (**BIZERAY et al., 2002**). Néanmoins, une sous-consommation globale trop importante peut être observée avec la distribution de deux aliments, l'un hyper énergétique et l'autre hyper protéique, durant des cycles de 48h, handicapant alors les performances de croissance.

L'apprentissage oriente le choix des animaux, leur permettant d'associer composition énergétique et caractéristiques physiques de l'aliment. Les caractéristiques physiques de l'aliment sont déterminantes pour une utilisation maîtrisée de l'alimentation séquentielle (**BOUVAREL et al., 2007**). Néanmoins, la clef à maîtriser pour atteindre un équilibre alimentaire global avec l'alimentation séquentielle, est la consommation de chaque aliment. Il a été démontré en conditions pratiques d'élevage, sur des poulets Vedette, que la distribution séquentielle de deux aliments

individuellement « déséquilibrés » variant par leurs concentrations énergétique et protéique, et au cours de cycles de 48h, permet des performances de croissance identiques à celles obtenues avec une alimentation complète (BOUVAREL *et al.*, 2004) cité par(BOUVAREL *et al.* (2007).

1.5.3.2. Les inconvénients

Le principal inconvénient de cette technique est que l'on manque encore d'expérience de terrain pour valider les paramètres de temps des distributions dans les conditions réelles de l'élevage. Il faut tenir compte de l'inertie des chaînes de distribution et des capacités d'ajustement des poulets, qui ne consomment pas l'aliment proposé strictement proportionnellement au temps. Le programme lumineux doit aussi être pris en considération (NOIROT *et al.*, 1998). Cette méthode nécessite de maîtriser la consommation de chaque aliment ; c'est pourquoi nous avons étudié son effet sur l'ingestion et ses conséquences sur les performances de croissance du poulet, ainsi que sur les consommations mesurées à court et moyen terme (BOUVAREL *et al.*, 2007) .

1.6. LES DONNÉES SUR LES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES OBTENUES AVEC L'UTILISATION DES CEREALES ENTIERES EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE CHEZ LE POULET DE CHAIR

Les données disponibles sur l'utilisation des graines entières de céréales en alimentation du poulet de chair sont européennes et pour la plus part des cas, la céréale utilisée dans ces travaux a été le blé. Dans nos conditions, peu de travaux ont fait l'objet de l'utilisation dans la ration alimentaire des oiseaux domestiques des céréales sous formes de graines entières. Pour connaître l'effet d'une alimentation contenant des graines entières de blé chez le poulet de chair, les performances zootechniques et certaines modifications du tube digestif ont été étudiées chez les poulets (IRENE *et al.*, 2005).

1.6.1. L'INGESTION ALIMENTAIRE

L'alimentation séquentielle est une technique bien supportée par les poulets Ross, mais avec souvent une dégradation des performances qui serait peut être due à une surestimation de la valeur nutritionnelle de l'aliment, notamment la teneur en lysine digestible. Ceci souligne la nécessité d'une bonne connaissance des traitements technologiques appliqués aux matières premières (BOUVAREL *et al.*, 2009). Une diminution significative des performances de croissance de -6 % sur le poids vif à J28 ou J30, due à une sous-consommation, en particulier de l'aliment riche en protéines, a été observée. Cet effet est plus marqué lorsque la séquence débute avec l'aliment énergétique. Lors des situations testées, l'alimentation séquentielle semble exacerber la réaction des animaux face à deux aliments, en engendrant une sous consommation globale pénalisant les

performances de croissance. Plusieurs facteurs peuvent être mis en cause: une sensibilité accrue à la présentation de l'aliment, des difficultés d'adaptation du métabolisme, ou encore un apprentissage trop tardif (RYS et KORELESKI, 1980) cités par BOUVAREL *et al.* (2007).

Dans des conditions expérimentales diverses, des résultats globalement encourageants sont obtenus 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 rapportent des échecs de l'alimentation séparée. Par exemple les poids vifs à 42 jours sont inférieurs de 5 à 7 % à ceux 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 (SCHOLTYSEK *et al.*, 1983) cités par NOIROT *et al.* (1998), ou un mélange de sorgho et de blé entiers entre 21 et 42 jours, avec de l'aliment complémentaire à 40 % de protéines brutes (MUNT *et al.*, 1995).

Globalement, il semble que la proportion de céréale entière consommée est d'autant plus élevée que l'aliment complémentaire est riche en azote et pauvre en énergie par rapport à la céréale. Ainsi, avec des teneurs de 40 à 50 % de protéines brutes dans l'aliment complémentaire, des niveaux de consommation de céréale entière de l'ordre de 60-70 % du régime global sont obtenus 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). 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) cités par NOIROT *et al.* (1998).

1.6.2. LES PERFORMANCES DE CROISSANCE ET D'ENGRAISSEMENT

Des poulets recevant un mélange de blé entier et un aliment complémentaire titrant 30 % de protéines brutes et 3 060 kcal/kg entre 24 et 45 jours d'âge, avec un taux d'incorporation de blé croissant de 40 à 60 %, ont obtenu le même gain de poids que ceux recevant un aliment complet au cours de la même période (ROSE *et al.*, 1995) cités par NOIROT *et al.* (1998). Les mêmes résultats ont été obtenus chez les canards et les poulets de chair en filière longue. Ces résultats montrent 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 des poulets (**CHEVALIER et al., 2007**).

L'incorporation progressive (10 % d'augmentation par semaine à partir de j 10 ou j 17) de 30 % de grains de blé entiers, dans une ration non granulée, n'a pas d'influence significative ($p < 0,05$) sur la croissance des poulets de chair par rapport à la même ration contenant du blé broyé. Par conséquent, il permet d'obtenir une meilleure vitesse de croissance avec 20 % d'incorporation du blé entier ($p < 0,05$) par rapport au blé broyé (**PIRON et al., 2007**).

Des travaux ont été faits chez des poulets recevant un régime standard contenant 40 % de blé ou le même régime avec une partie du blé donnée séparément sous forme de graines entières introduites progressivement du 8^{ème} jours (50 %) au 22^{ème} jours (100 %) (**IRENE et al., 2005**). Au cours de ces travaux, ils ont observé l'évolution de la taille des organes du tube digestif, ainsi que l'activité d'enzymes intestinales a été suivie, toutes les semaines, de 16 à 44 j. De même, des comptages bactériens au niveau iléal ont été effectués. A la fin de l'expérimentation, après une période d'adaptation de 8 à 15 jours, conduisant à une sous-consommation du régime contenant des graines entières et donc à un gain de poids plus faible, ils ont obtenu chez les animaux consommant ce régime, des performances de croissance plus élevées que chez les animaux consommant le régime standard de $2\,430 \pm 29$ au lieu de $2\,331 \pm 36$ g.

1.6.3. L'INDICE DE CONSOMMATION

Une amélioration significativement de l'indice de consommation (-5 %) et un niveau de production identique (masse d'œufs) ont été obtenues avec du blé entier et un aliment complémentaire distribués aux poules à raison de 50 % de la ration avec un aliment complémentaire en distribution séquentielle adapté par cycles de 24h en quantités limitées aux besoins (120 g/j) comparés à ceux d'une alimentation complète (**NATHALIE et al., 2009**). Les poules ont légèrement sous consommé le blé, d'où une consommation globale plus faible et un gain de poids plus faible également.

Des poulets, recevant un mélange de blé entier et d'un aliment complémentaire, titrant 30 % de protéines brutes et 3 060 kcal/kg entre 24 et 45 jours d'âge, avec un taux d'incorporation de blé croissant de 40 à 60 %, ont obtenu le même indice de consommation que ceux recevant un aliment complet au cours de la même période (**ROSE et al., 1995**) cités par **NOIROT et al. (1998)**. **PIRON et al. (2007)** ont obtenu des résultats contraires avec un indice de consommation significativement dégradé ($p < 0,05$), à partir de l'introduction de 20 % de grains entiers, par rapport à du grain broyé.

1.6.4. LE RENDEMENT DE LA CARCASSE

Les animaux consommant les graines entières ont un poids relatif du gésier, mais aussi du pancréas, plus élevé. Le poids des différentes sections de l'intestin (duodénum, jéjunum, iléon) ne fait pas apparaître de différences significatives. L'inclusion de graines entières de blé induit donc principalement des modifications de la partie supérieure du tube digestif (gésier, pancréas). Ainsi, l'introduction de graines entières de blé a un effet sur l'implantation de différents germes pathogènes, tels que les salmonelles *Clostridium perfringens* ou les coccidies chez le poulet. Cependant, dans ce dernier cas, les effets sont variables selon les études (**ENGBERG et al., 2004 ; CUMMING, 1992; WALDENSTEDT et al., 1998; BANFIELD et al., 2002; GABRIEL et al., 2003**) cités par **GABRIEL et al. (2005)**. Selon ces auteurs, les différences de résultats pourraient être dues en partie à la durée de l'alimentation avec le blé entier avant l'inoculation du parasite.

Les modifications physiologiques du tube digestif liées à ce mode d'alimentation pourraient dépendre du temps écoulé après le démarrage de l'introduction des graines entières. L'inclusion de graines entières de blé induit donc principalement des modifications de la partie supérieure du tube digestif avec une augmentation de l'importance du gésier et du pancréas. Chez les animaux ayant consommé le mélange aliment complémentaire-céréales, **CHEVALIER et al. (2007)** ont constaté une augmentation significative des poids des gésiers de 10 % chez les canards et 35 % chez les poulets. Mais, le suivi en élevage et à l'abattage n'ont en effet révélé aucune différence significative entre les lots témoin et expérimental.

En résumé, la distribution séquentielle, comme le mélange, semble permettre d'obtenir les performances de croissance les plus proches de celles mesurées avec un aliment complet. Ces techniques seraient donc les mieux adaptées pour valoriser les céréales entières. Dans l'état actuel de sa mise en œuvre, la technique de l'alimentation séparée, quant à elle, ne permet pas toujours au poulet, de se constituer spontanément un régime optimum au sens des intérêts de l'éleveur. Les techniques du mélange et de l'alimentation séquentielle permettent de mieux réguler les taux d'ingestion des deux types d'aliment, mais n'excluent pas la manifestation d'une préférence de l'animal pour l'un ou l'autre. La distribution en mélange a donné de bons résultats dans les élevages d'Europe du nord, mais nécessite un investissement relativement coûteux. L'alimentation séquentielle demande moins d'équipements et présente l'attrait de la simplicité. Elle est encore incomplètement connue sur le plan scientifique et nécessite plusieurs ajustements pratiques.

Le succès des techniques de distribution des céréales dépend de la formulation de l'aliment complémentaire en protéines et en additifs, selon le niveau d'ingestion des céréales entières. En alimentation séquentielle, des recherches restent à mener pour déterminer la durée et le moment de

distribution des deux aliments en fonction de l'âge et du programme lumineux. Une fois les techniques de distribution maîtrisées et validées, l'avenir de l'utilisation des céréales entières dans l'alimentation du poulet de chair repose sur son intérêt économique réel pour l'éleveur, sachant que l'image du poulet nourri au grain peut être valorisée commercialement (**NOIROT et al., 1998**).

En résumé, les résultats obtenus par de nombreux auteurs à l'issue de différentes séries de travaux réalisés sur les modes de distribution alimentaires chez les oiseaux domestiques, sont divers. Certains auteurs ont trouvé des résultats identiques ou proches, d'autres par contre ont eu des résultats qui divergent de ceux des auteurs précédents. Les résultats de notre essai permettront de clarifier notre position.

**PARTIE II : L'EVALUATION DES EFFETS DU MAÏS
GRAIN ENTIER OU BROYE EN ALIMENTATION
MELANGEE OU SEQUENTIELLE CHEZ LE POULET DE**

CHAPITRE I : LE MATERIEL ET METHODES

1.1.1. LE MATERIEL

1.1.2. LA PERIODE ET LE LIEU DE L'ETUDE

Notre essai a été mené à l'Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar, dans un poulailler semi-ouvert dont la toiture est faite de tôles de fibrociment. Il s'est déroulé du 27 Mars au 20 Avril 2011.

1.1.3. LE CHEPTEL EXPERIMENTAL

Nous avons reçu 299 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 trois semaines.

1.1.4. LE MATERIEL D'ELEVAGE ET DE CONTROLE DE PERFORMANCES

- poulailler ;
- mangeoires ;
- abreuvoirs ;
- seaux et fûts ;
- radians ;
- ampoules ;
- litière (copeaux de bois) ;
- tuyaux ;
- cadres grillagés ;
- thermohygromètre ;
- balance de précision de 1 à 3000 g ;
- bagues d'identification ;
- matériel et produits de nettoyage et de désinfection (eau de javel, grésyl) ;
- pédiluve.
- médicaments et matériels vétérinaires (Amin'Total, Amprolium 20 %, les vaccins, coliterravet).

1.2. LES METHODES

1.2.1. LA CONDUITE DE L'ELEVAGE

1.2.1.1. La 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 l 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 tous les microbes qui ont résisté aux désinfectants précédents.

La veille de la réception des poussins, une poussinière d'une superficie de 7,5 m², à raison de 40 poussins/ m², 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. Le 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 et un pédiluve (eau + 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 dans l'eau. Le radiant a été allumé pour chauffer la poussinière prête à accueillir les poussins.

1.2.1.2. L'arrivée des poussins

Les poussins en provenance du couvoir de la SEDIMA, ont été récupérés après leur première vaccination au cabinet vétérinaire de 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. Des anomalies au niveau bec et un cas de paralysie ont été observés. Le poids moyen des poussins était environ de 41,525 g. Les animaux ont été élevés en masse

pendant trois semaines dans une poussinière confectionnée à l'aide de cadres en bois grillagés à raison de 40 poussins / m². Une fois l'installation terminée, les poussins ont été soumis au programme de prophylaxie en vigueur dans la région de Dakar.

Pendant ces trois semaines, nous avons enregistré 10 cas de mortalité liés essentiellement à des malformations congénitales du bec, des mortalités subites et à de l'ascite, ce qui a réduit le nombre à 289 sujets sur lesquels ont portés l'expérimentation.

1.2.1.3. L'identification et mise en lots des poussins

Les 289 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 7**) et répartis en quatre traitements et trois sous-traitements chacun (**figure 6**).



Figure 6 : Mise en lot des poulets à 21 jours d'âge

Source : **KONE M.**



Figure 7 : Pesée individuelle hebdomadaire des poulets
Source : **KONE M.**

Afin de faciliter les analyses statistiques, chaque traitement a été ensuite subdivisé en trois sous-traitements ou sous-lots de 24 sujets chacun.

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

La répartition a été faite de façon homogène et alternée dans tout le poulailler pour éviter l'effet bloc. Les oiseaux ont été mis dans des parquets de 2,4 m², à raison de 10 sujets/m² (**figure 8**).

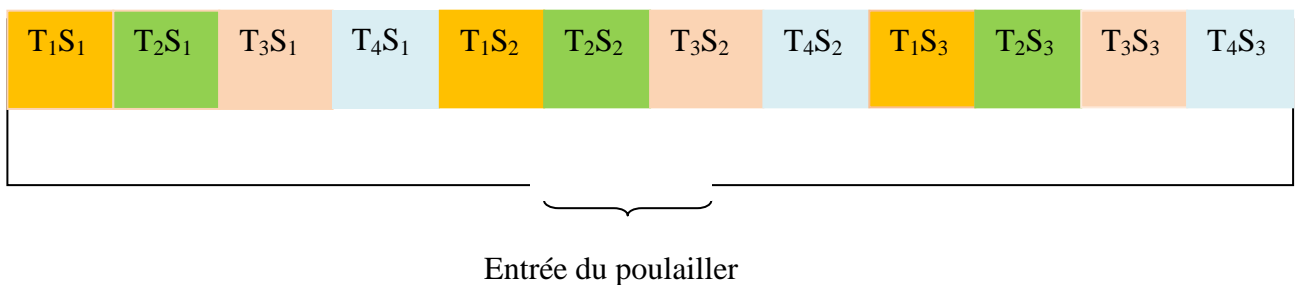


Figure 8 : Schéma de répartition des sous-traitements dans le poulailler

1.2.1.4. La prophylaxie

Le programme de prophylaxie mentionné dans le **tableau XIV** a été appliqué pendant toute la période de l'essai

Tableau XIV : Programme de prophylaxie

Age (jours) et date	Action	Produits utilisés
1 07 / 03 / 2011	Vaccination contre la maladie du Newcastle	Imopest (IM) + HB1 (trempage de bec)
1, 2, 3,4 07 / 03 / 2011 au 10 / 03 / 2011	Prévention des réactions post – vaccinales et du stress	Coliterravet
9 15 / 03 / 2011	Vaccination contre la maladie de GUMBORO	Hipragumboro-CH/80
9, 10, 11 15 / 03 / 2011 au 17 / 03 / 2011	Prévention des réactions post – vaccinales et du stress	Coliterravet
12, 13, 14, 15 18/ 03 / 2011 au 21 / 03 / 2011	Prévention de la coccidiose	Amprolium 20 %
21 27 / 03/ 2011	Rappels vaccins contre la maladie de Newcastle	HB1
21, 22, 23 27/03 / 2011 au 29 / 03 / 2011	Prévention des réactions post – vaccinales et du stress	Coliterravet
26 01 / 04 / 2011	Rappels vaccins contre la maladie de GUMBORO	Hipragumboro-CH/80
26, 27, 28,29, 30 01 / 04 / 2011 au 05 / 04 / 2011	vitaminothérapie	Amin'Total

1.2.1.5. L'éclairage du bâtiment

L'éclairage dans le bâtiment a été permanent durant tout l'essai. Il a été assuré d'une part, par la lumière naturelle (éclairage diurne) et d'autre part, par la lumière artificielle (ampoules de 40 watts et 60 watts).

1.2.1.6. Les aliments et alimentation des animaux

Durant les trois premières semaines de vie en masse, les poussins ont été nourris avec l'aliment industriel démarrage et croissance NMA. 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 démarrage NMA et les rations expérimentales (**tableau XV**). Cette période traduit la période d'adaptation les

oiseaux à un nouvel aliment ; sa durée varie en fonction de la présentation alimentaire et l'âge auquel les oiseaux ont été soumis au nouvel aliment. Elle est courte chez les jeunes oiseaux mais, au-delà de trois semaines, il est difficile de changer l'habitude alimentaire des poulets de chair.

Tableau XV : Le schéma de la transition alimentaire

	28 /03 / 2011	29 /03 / 2011	30 /03 / 2011	31 /03 / 2011	01 /03 / 2011
Aliment démarrage NMA	4 / 5	3 / 5	2 / 5	1 / 5	0
Aliment expérimental	1 / 5	2 / 5	3 / 5	4 / 5	5 / 5

Au cours de l'essai, quatre rations ou traitements ont été testés (T1, T2, T3 et T4) à base de maïs, formulées et fabriquées au poulailler de l'EISMV. Certaines matières premières ont été achetées à « AVISEN ». Il s'agit du maïs broyé, du maïs grain, du tourteau d'arachide, du son de blé et de la farine de poisson. Les prémix (la lysine, la méthionine, le CMV, le phosphate bicalcique, le carbonate de calcium le fintox et le liptol), ont été achetés à « SO.V.E.T.A » et l'huile au marché TILLEN.

Pendant toute la période d'élevage, l'eau et l'aliment ont été distribués *ad libitum* aux oiseaux. Les quatre traitements ont été distingués en fonction du mode d'alimentation (alimentation mélangée, alimentation séquentielle) et de la taille particulière de l'aliment (maïs grain entier, maïs broyé).

Ainsi, nous avons discerné :

- Le traitement T1 ou témoin constitué du maïs 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 lot expérimental à cause du mode alimentaire (mélangé) et de la taille particulière (maïs broyé).
- Le traitement T2 est composé de maïs grain entier mélangé à l'aliment complémentaire formant un aliment unique servi *ad libitum*

Le **tableau XVI** et les **figures (9 et 10)** montrent la composition et les caractéristiques alimentaires de ces deux rations. En effet, les rations sont composées : de maïs grain entier ou broyé (60,23 %), de son de blé (3,58 %), de tourteau d'arachides (25,49 %), de farine de poisson (5 %), d'huile (1,7 %), de lysine de synthèse (0,4 %), de méthionine de synthèse (0,13 %), de carbonate de calcium (0,5%), de phosphate bicalcique (2,5 %), de complexe minéraux vitamines (CMV poulet) (0,25 %), de liptol (0,1 %) et de fintox (0,12 %).



Figure 9 : Le maïs grain entier et le complément mélangés

Source : **KONE M.**



Figure 10 : Le maïs broyé et le complément mélangés

Source : **KONE M.**

Tableau XVI : La composition et les caractéristiques des aliments du mode mélangé

Matières premières	Quantité (%)
Maïs grain entier ou broyé	60,23
Son de blé	3,58
Tourteaux 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	2,5
CMV poulet	0,25
Liptol	0,1
Fintox	0,12
TOTAL	100

- Le traitement T3 est composé du maïs broyé alterné avec l'aliment complémentaire selon des cycles des 16 heures de durée de séquences égales (8 heures) (**figure 12**).

- Le traitement T4, est constitué de maïs grain entier alterné avec l'aliment complémentaire selon des cycles de 16 heures de durée de séquences (8 heures). (**figure 13**).

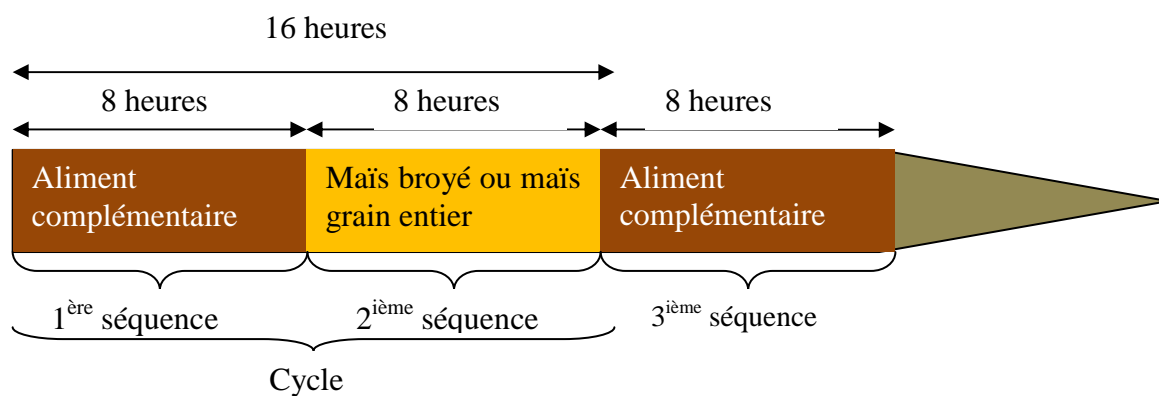


Figure 11 : Schéma de distribution de la ration en mode séquentiel



Figure 12 : Le maïs broyé et le complément alternés

Source : **KONE M.**



Figure 13 : Le maïs grain entier et le complément alternés

Source : **KONE M.**

La composition et les caractéristiques des aliments distribués en mode séquentiel sont mentionnées dans le **tableau XVI** ci-dessous.

Tableau XVI : La composition et les caractéristiques des aliments distribués en mode séquentiel.

Aliment Complémentaire (Protéines)		Aliment énergétique	
Matières premières	Quantité (%)	Matières premières	Quantité (%)
Son de blé	9	Maïs grain entier ou broyé	100
Tourteau d'arachides	64,09		-
Farine de poisson	12,57		-
Huile	4,27		-
Lysine de synthèse	1		-
Méthionine de synthèse.	0,33		-
Carbonate de Calcium	1,26		-
Phosphate bicalcique	6,3		-
CMV poulet	0,63		-
Liptol	0,25		-
Fintox	0,3		-
TOTAL	100		100

1.2.2. LES PARAMETRES ETUDIES

1.2.2.1. Les paramètres d'ambiance

Les paramètres d'ambiance (température et hygrométrie) ont été relevés et ont permis de déterminer les valeurs moyennes, minimales et maximales. Ces mesures ont été faites à l'aide d'un thermohygromètre, fixé dans le poulailler durant toute la période d'essai.

1.2.2.2. Les paramètres sanitaires

Les troubles sanitaires observés ont été enregistrés quotidiennement. Les oiseaux malades ont été examinés, et les morts, enregistrés sur une fiche de mortalité ont été autopsiés. Le taux de

mortalité est le rapport du nombre de morts enregistrés pendant la période de l'élevage sur l'effectif total. Il s'exprime en pourcentage (%).

$$TM = \frac{\text{Nombre de morts durant une période}}{\text{Population en début de période}} \times 100$$

1.2.2.3. Les performances zootechniques

1.2.2.3.1. La consommation alimentaire

La consommation alimentaire journalière des poulets a été obtenue grâce aux pesées quotidiennes de la quantité d'aliments distribuée et celle d'aliments refusée (**annexe 2 et 3**). 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.

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

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

$$Caji = \frac{Caj}{\text{Nombre de sujets}}$$

Caj : Consommation alimentaire journalière

Caji : Consommation alimentaire journalière individuelle

1.2.2.3.2. Le 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 4**).

1.2.2.3.3. Le gain moyen quotidien (GMQ)

L'évolution pondérale des oiseaux a été suivie par des pesées hebdomadaires. Les mesures de poids ont permis de calculer le Gain Moyen Quotidien. Il se détermine en faisant le rapport du gain moyen pondéral, pendant une période sur la durée (en jours) de la période. Le GMQ se calcule par la formule ci-dessous. Il s'exprime en général en gramme.

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

En pratique, le gain moyen quotidien est obtenu en faisant le rapport du gain pondéral d'une période donnée ($t_n - t_{n-1}$) et de la durée de la même période.

$$\text{GMQ}_{t_n - t_{n-1}} \text{ (g)} = \frac{\text{PV}_{t_n} - \text{PV}_{t_{n-1}}}{t_n - t_{n-1}}$$

1.2.2.3.4. L'indice de consommation

Il a été calculé en faisant le rapport de la quantité d'aliment consommée pendant une période sur le gain de poids, pendant cette même période. En d'autres termes, l'indice de consommation est la quantité d'aliments 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 :

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

1.2.2.3.5. Le 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.

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

1.2.3. L'ÉVALUATION ÉCONOMIQUE

L'évaluation économique a été faite uniquement sur la base du coût alimentaire, les autres facteurs de production étant considérés constants et identiques pour les différents traitements. Ainsi, le coût alimentaire de production du kilogramme de poids vif du poulet, la marge bénéficiaire brute sur le kilogramme de poids vif et sur le poulet produit ont été déterminés. Le coût de production du kilogramme de poids vif a été obtenu en multipliant l'indice de consommation par le coût du kilogramme d'aliments.

1.2.4. L'ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES

Les différentes mesures et les variables calculées ont fait l'objet d'une analyse statistique à l'aide du logiciel SPSS (Statistical Package for Social Science), par analyse de variance (ANOVA) et (DUCAN) au seuil de 5%. A l'issue des analyses statistiques, les résultats obtenus seront présentés dans le chapitre suivant.

CHAPITRE II : LES RESULTATS

Les résultats obtenus, concernent aussi bien les paramètres zootechniques que les paramètres d'ambiance et économiques. Pour les paramètres d'ambiance, la température et l'hygrométrie ont été étudiées. Les éléments zootechniques étudiés ont été le gain moyen quotidien (GMQ), la consommation alimentaire, l'indice de consommation (IC), le poids et le rendement carcasse (RC).

2.1. L'EVOLUTION DES PARAMETRES D'AMBIANCE

La température a varié, pendant toute la période de l'essai entre 21,4 C° - 34,6 C° avec une moyenne de $28,3 \pm 5,53$ C°. L'hygrométrie a quant à elle, varié entre 20 % - 65 % oscillant autour d'une moyenne de $43,6 \pm 13,63$ % (**tableau XVII**).

Tableau XVII : Evolutions de la température et l'hygrométrie dans le poulailler

TEMPERATURE (C°)			HYGROMETRIE (%)		
MINIMUM	MAXIMUM	MOYENNE	MINIMUM	MAXIMUM	MOYENNE
21,4	34,6	$28,3 \pm 5,53$	20	65	$43,6 \pm 13,63$

2.2. LES EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER ou BROYE EN ALIMENTATIONS SEQUENTIELLE ou MELANGEE SUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE DES POULETS DE CHAIR

2.2.1. L'EVOLUTION DU POIDS VIF

Le **tableau XVIII** montre l'évolution du poids vif des animaux des différents traitements durant la période expérimentale. Une augmentation pondérale est constatée dans tous les traitements en fonction du temps. Par ailleurs, aucune différence significative n'est notée entre les poids moyens des sujets en début de l'essai ($p > 0,05$).

A partir de la quatrième semaine, les poids des oiseaux diffèrent significativement ($p < 0,05$). A cet âge, le poids des oiseaux du traitement T1 ou témoin est de 1162,27 g. Quant aux traitements T2, T3 et T4, les poids sont respectivement de 1152,67 g, de 1197,92 g et de 1174,15 g. Les oiseaux ayant reçu le maïs grain en mélange (T2), ont le plus faible poids ; alors que le poids le plus élevé, a été enregistré chez les animaux qui ont consommé en alternance l'aliment complémentaire et le maïs broyé. Durant cette période, la taille particulière de l'aliment et le mode alimentaire n'ont pas

influencé significativement le poids des oiseaux ($p > 0,05$). En effet, aucune différence significative n'est notée entre les poids des animaux des traitements T1, T2 et T3, T4, qui ont été soumis respectivement à l'alimentation mélangée et à l'alimentation séquentielle. Les animaux des traitements T1 et T3 ont consommé dans leur ration le maïs broyé à 10 mm alors que ceux des traitements T2 et T4 ont consommé le maïs grain entier. Par ailleurs, à caractéristiques granulométriques égales avec des modes alimentaires différents, le poids des oiseaux des traitements T1, T3 et T2, T4 sont identiques ($p > 0,05$).

A la cinquième semaine, le mode alimentaire a significativement influencé le poids des animaux ($p < 0,05$). Une supériorité pondérale des animaux soumis à l'alimentation séquentielle, par rapport à ceux qui ont consommé l'aliment mélangé, est remarquée. Le poids des poulets du traitement témoin T1 est de 1599,97 g, et est pratiquement égal au poids des oiseaux du traitement T2 (1600,50 g). Une amélioration pondérale de 9,62 % et de 3,22 % comparativement au traitement témoin est observée dans les traitements T3 et T4. Cette évolution pondérale est conservée jusqu'à la septième semaine, avec une différence significative entre les traitements ($p < 0,05$).

Sur l'ensemble de l'essai, des augmentations pondérales de 4,39 %, 9,72 % et 4,70 % sont obtenues respectivement avec les traitements T2, T3 et T4 par rapport au témoin. L'alimentation séquentielle avec du maïs broyé T3 a donné le meilleur poids, suivi de l'alimentation séquentielle avec le maïs grain entier. Enfin, les poids des oiseaux des traitements T1 et T2 sont restés identiques ($P > 0,05$) avec une légère supériorité pondérale de ceux soumis à alimentation mélangée avec du maïs grain entier.

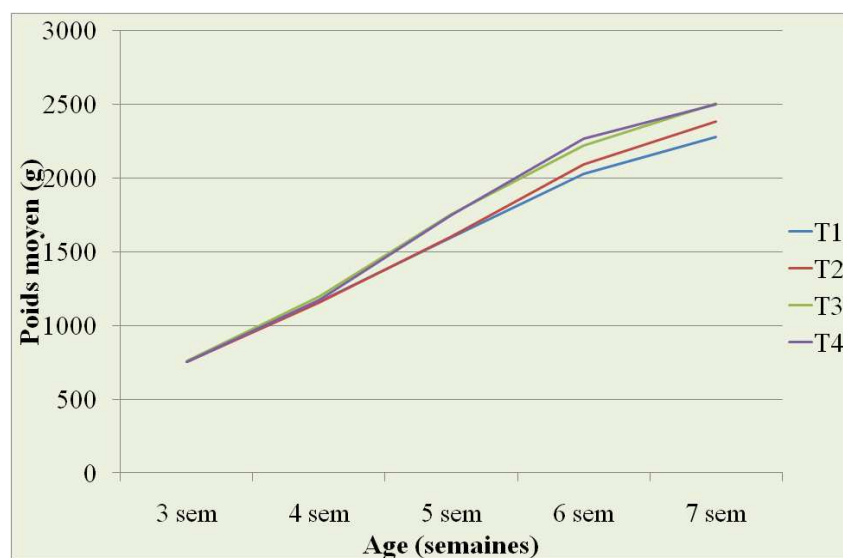


Figure 14 : L'évolution du poids vif moyen des oiseaux en fonction du temps et des différents traitements

Tableau XVIII : Les effets du maïs grain et broyé en alimentations mélangée et séquentielle sur le poids vif des oiseaux

Poids Vif en (g)	TRAITEMENTS				Signification
	T1 ou Témoin	T2	T3	T4	
semaine 3	755,64± 1,61 _a	755,08 ± 1,91 _a	758,27 ± 3,05 _a	756,11± 0,59 _a	ns
semaine 4	1162,28 ± 7,31 _{ab}	1152,67 ± 24,27 _a	1197,92 ± 11,08 _b	1174,15 ± 26,54 _{ab}	*
semaine 5	1599,97 ± 27,37 _a	1600,50 ± 11,75 _a	1753,86 ± 30,57 _b	1748,39± 10,20 _b	*
semaine 6	2026,87 ± 37,96 _a	2090,43 ± 37,54 _b	2222,76 ± 36,25 _c	2266,32± 12,05 _c	*
semaine 7	2280,81 ± 18,24 _a	2380,98 ± 55,83 _a	2502,43 ± 72,61 _b	2497,99 ± 55,65 _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, $p < 0,05$*

2.2.2. L'EVOLUTION DU GAIN MOYEN QUOTIDIEN

Le **tableau XIX** et la **figure 15** présentent l'évolution du gain moyen quotidien (GMQ) en fonction du temps et des traitements. Dès la troisième semaine, une différence significative ($p < 0,05$) est notée entre les GMQ des oiseaux des différents traitements.

Cette différence est maintenue sur toute la durée de l'expérimentation à l'exception de la sixième semaine, pendant laquelle les gains moyens quotidiens des animaux des différents traitements, ont été identiques ($p < 0,05$).

A la troisième semaine, le GMQ des oiseaux du traitement témoin (58,09 g) est inférieur aux GMQ des traitements (T3) et (T4), mais supérieur au GMQ des oiseaux du traitement (T2). Ces valeurs ont connu de remarquables améliorations, particulièrement chez les oiseaux soumis à l'alimentation séquentielle. Des améliorations de 2,32 %, de 27,03 % et de 31,21 % sont obtenues respectivement au niveau des GMQ des oiseaux des traitements T2, T3, et T4, comparativement au témoin au cours de cette période.

Des baisses de -2,46 %, de -19,90 % et de -12,86.% du GMQ sont notées respectivement chez les oiseaux des traitements (T2), (T3), et (T4) entre les cinquième et sixième semaines. Cependant, le GMQ du traitement T2 s'est amélioré de 9,61 % par rapport au témoin.

A la septième semaine d'âge, le GMQ de l'ensemble des traitements ont augmenté à l'exception de celui du traitement T2, qui s'est détérioré. Durant le cycle de production, une différence significative est constatée entre les GMQ des oiseaux des différents traitements ($p < 0,05$). Le plus faible GMQ a été enregistré au niveau du traitement témoin (61,27 g).

Sur l'ensemble de l'essai, et par rapport au traitement témoin, les GMQ des oiseaux des traitements T2, T3 et T4, ont obtenus respectivement des améliorations de 7,48 %, de 13,89 % et de 11,65 %. Les meilleurs GMQ sont enregistrés chez les poulets soumis à l'alimentation séquentielle. Les oiseaux du traitement T3 ont affiché le meilleur GMQ (69,78 g), suivi du traitement T4 (68,41 g) et enfin le traitement T2 (65,85 g) (**figure 16**).

Tableau XIX : Les effets du maïs grain et broyé en alimentations mélangée et séquentielle sur le gain moyen quotidien des oiseaux.

GMQ en (g)	TRAITEMENTS				Signification
	T1 ou Témoin	T2	T3	T4	
semaine 3 - 4	58,09 ± 0,92 _{ab}	56,80 ± 3,73 _a	62,81 ± 1,85 _b	59,72 ± 3,76 _{ab}	*
semaine 4.- 5	62,53 ± 3,45 _a	63,98 ± 5,06 _a	79,42 ± 2,97 _b	82,03 ± 4,64 _b	*
semaine 5.- 6	60,99 ± 1,89 _a	69,99 ± 3,84 _{bc}	66,99 ± 2,72 _b	73,99 ± 0,39 _c	*
semaine 6 - 7	63,48 ± 9,77 _a	72,64 ± 8,21 _a	69,92 ± 12,14 _a	57,97 ± 13,24 _a	*
semaine 3-7	61,27 ± 1,43 _a	65,85 ± 2,65 _{ab}	69,78 ± 3,84 _b	68,42 ± 3,39 _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, $p < 0,05$

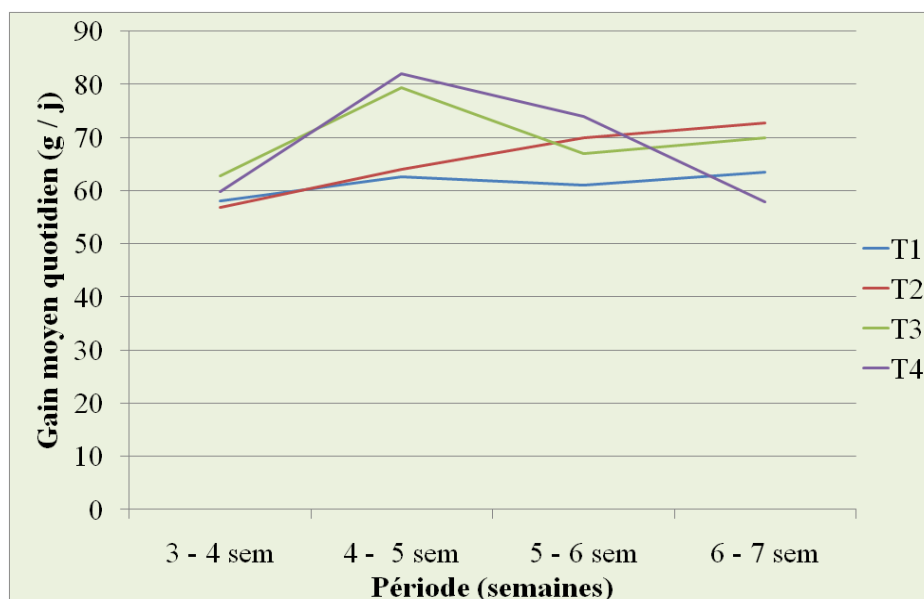


Figure 15 : L'évolution du gain moyen quotidien des oiseaux en fonction du temps et des différents traitements

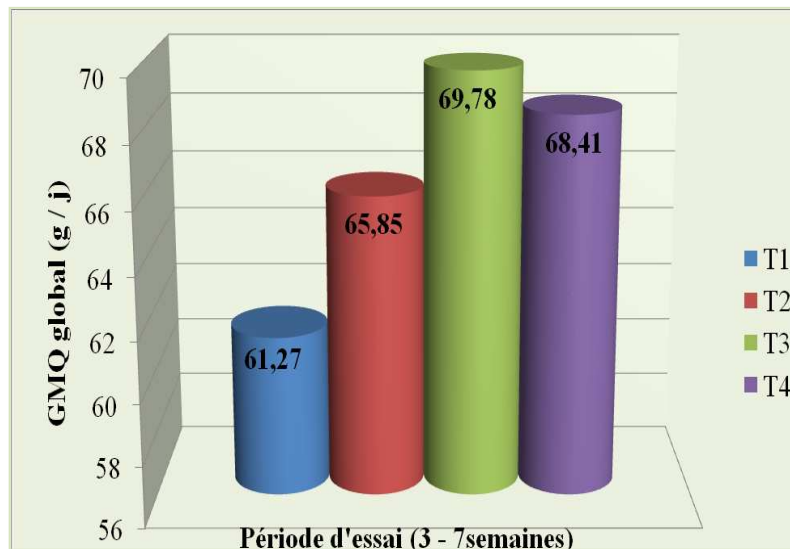


Figure 16 : L'évolution globale du gain moyen quotidien des oiseaux en fonction des différents traitements

2.3. LES EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER OU BROÏE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE OU MELANGEE SUR LA CONSOMMATION ALIMENTAIRE ET L'INDICE DE CONSOMMATION DES POULETS DE CHAIR

2.3.1. L'EVOLUTION DE LA CONSOMMATION ALIMENTAIRE

Les évolutions de la consommation alimentaire des poulets de chair sont présentées dans le **tableau XX** et par la **figure 17**. Entre la troisième et la quatrième semaine, aucune différence significative n'est enregistrée entre les différents traitements ($p > 0,05$). Durant cette période, les oiseaux des traitements T1, T2, T3 et T4 ont consommé respectivement 9,25 kg, 9,18 kg, 9,35 kg, et 9,38 kg d'aliment.

Pour le reste de l'essai, une différence significative est enregistrée entre les différents traitements ($p < 0,05$). La consommation alimentaire des animaux du traitement témoin est restée inférieure à celle des autres traitements. A la quatrième semaine, les consommations alimentaires des traitements T2, T3 et T4 ont augmenté respectivement de 2,38 %, de 6,75 % et de 7,31 %, comparativement au traitement témoin. A partir de la septième semaine, une différence significative est observée en fonction du mode alimentaire, avec une consommation plus élevée chez les animaux soumis à l'alimentation séquentielle.

Au terme de l'essai, la consommation des oiseaux du traitement témoin est restée la plus faible (69,50 kg), suivie du traitement T2 (70,53 kg). La consommation alimentaire a été améliorée par

l'alimentation séquentielle, avec des augmentations de 9,06 % et de 8,81 % notées respectivement au niveau des traitements T3 et T4 par rapport au témoin.

Tableau XX : Les effets du maïs grain et broyé en alimentations mélangée et séquentielle sur la consommation alimentaire des oiseaux

CAG en (kg)	TRAITEMENTS				Significati on
	T1 ou Témoin	T2	T3	T4	
semaine 3 - 4	9,25 ± 0,15 _a	9,18 ± 0,26 _a	9,35 ± 0,61 _a	9,38 ± 8,86E-02. _a	ns
semaine 4 - 5	23,54 ± 0,73 _a	24,10 ± 0,56 _{ab}	25,13 ± 0,66 _{ab}	25,26 ± 1,18 _b	*
semaine 5.- 6	25,50 ± 0,73 _a	27,05 ± 0,11 _{ab}	28,16 ± 1,38 _b	27,94 ± 0,75 _b	*
semaine 6.-7	11,18 ± 0,53 _a	11,48 ± 0,16 _a	13,14 ± 1,41 _b	13,03 ± 0,18 _b	*
Semaine 3- 7	69,50 ± 1,97 _a	70,53 ± 2,20 _a	75,80 ± 3,78 _b	75,62 ± 1,74 _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, $p < 0,05$

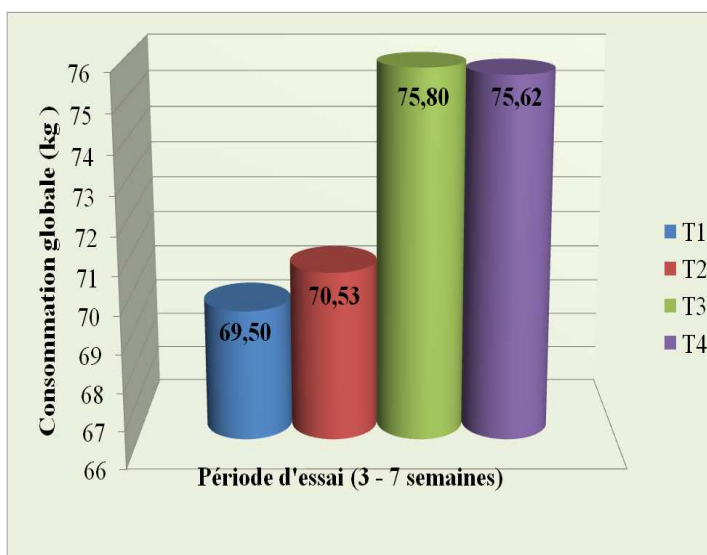


Figure 17 : L'évolution globale de la consommation alimentaire des oiseaux en fonction des différents traitements

Pendant toute la période de l'expérimentation, les oiseaux des traitements soumis à l'alimentation séquentielle, T3 et T4, ont consommé, respectivement dans leur ration, 51,51 % de maïs broyé et

48,51 % de maïs grain entier (**tableau XXI**). Dans le même ordre, ils ont ingéré 48,49 % et 51,49 % d'aliment complémentaire.

Une légère supériorité de la consommation du maïs broyé (39,04 kg) par rapport au maïs grain (36,88 kg) est notée. Cette situation est inversée au niveau de la consommation de l'aliment complémentaire. La consommation de l'aliment complémentaire des oiseaux, qui ont ingéré le maïs broyé en alimentation séquentielle T3, est restée inférieure (58,40 kg) à celle des oiseaux qui ont consommé le maïs grain dans le même mode alimentaire. Les oiseaux soumis à l'alimentation séquentielle ont constitué, une ration qui est différente de celle de l'alimentation mélangée composée de 60,23 % de maïs. En effet, le maïs a été légèrement sous-consommé contrairement à l'aliment complémentaire.

Tableau XXI : Les effets du maïs grain et broyé en alimentations mélangée et séquentielle sur le gain moyen quotidien des oiseaux

CAG en (kg)	TRAITEMENTS				S
	T3		T4		
	Maïs broyé	Complément	Maïs grain	Complément	
semaine 3 - 4	4,02 ± 0,43 _b	5,32 ± 0,18 _a	3,19 ± 0,39 _b	6,18 ± 0,48 _a	ns
semaine 4 - 5	12,32 ± 0,58 _b	12,80 ± 9,83E-02 _a	11,81 ± 1,81 _b	13,44 ± 0,84 _a	ns
semaine 5 - 6	15,39 ± 1,06 _b	12,77 ± 0,33 _a	14,74 ± 1,21 _b	13,20 ± 0,78 _a	ns
semaine 6 - 7	7,30 ± 0,45 _b	5,84 ± 1,13 _a	6,71 ± 0,56 _b	6,31 ± 0,41 _a	ns
semaine 3 - 7	39,04 ± 2,48 _b	36,75 ± 1,60 _a	36,88 ± 3,77 _b	39,15 ± 2,45 _a	ns
CAG (%)	51,51	48,49	48,51	51,49	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, $p < 0,05$; S : signification*

2.3.2. L'EVOLUTION DE L'INDICE DE CONSOMMATION

Le **tableau XXII** et la **figure 18** montrent les évolutions périodique et globale 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.

Dès la troisième semaine, une différence significative est observée entre les différents traitements ($p < 0,05$). Cette différence est conservée jusqu'à la sixième semaine, au cours de laquelle, les indices de consommation sont identiques ($p > 0,05$). Le traitement T2 affiche le plus mauvais indice de consommation avec une valeur de 2,25, entre la 3^{ème} et 4^{ème} semaine. Il est suivi du traitement témoin (2,21), du traitement T4 (2,18) et enfin du traitement T3 qui a donné le meilleur indice de consommation (2,03).

La semaine suivante, les indices de consommation des traitements T3 et T4 s'améliorent respectivement de -8,37 % et de -16,06 %, tandis que ceux des traitements témoin et T2 sont restés plus ou moins constants avec une légère dégradation de 1,36 %, enregistrée au niveau du témoin par rapport à la semaine précédente. Comparativement au témoin, une dégradation de 0,45% de l'indice de consommation est observée chez les oiseaux du traitement T2. Contrairement à T2, -16,96% et -18,30% d'améliorations sont respectivement notées au niveau des traitements T3 et T4.

La cinquième semaine est caractérisée par une dégradation généralisée de l'indice de consommation dans tous les traitements. Cette situation est inversée à la dernière semaine avec une amélioration de l'indice de consommation de tous les traitements. Le traitement T2 marque le meilleur indice (1,68) par rapport au témoin (2,03) suivi des traitements T3 (1,98) et T4 (2,05).

Sur l'ensemble de l'essai, les indices de consommation des oiseaux soumis à l'alimentation séquentielle, T3 et T4, ont été meilleurs que ceux des animaux de l'alimentation mélangée T1 et T2. Le traitement témoin a enregistré l'indice de consommation le plus élevé, donc le plus mauvais (2,24), suivi du traitement T2 (2,13) et enfin des traitements T3 et T4 qui ont affiché des valeurs identiques de l'indice de consommation (2,09) (**figure 19**). Ceci correspond, comparativement au témoin, à des améliorations globales de -4,91 % pour le traitement T2 et de - 6,70 % pour les traitements T3 et T4.

Tableau XXII : Les effets du maïs grain et broyé en alimentations mélangée et séquentielle sur l'indice de consommation des oiseaux

IC	TRAITEMENTS				Signifi- cation
	T1 ou Témoin	T2	T3	T4	
semaine 3	2,21 ± 5,44E-02 _{ab}	2,25 ± 8,08E-02 _b	2,03 ± 7,18E-02 _a	2,18 ± 0,16 _{ab}	*
semaine 4	2,24 ± 5,34E-02 _a	2,25 ± 0,18 _a	1,86 ± 8,294E-02 _b	1,83 ± 0,17 _b	*
semaine 5	2,48 ± 7,19E-03 _b	2,33 ± 6,15E-02 _a	2,50 ± 8,01E-02 _b	2,28 ± 4,93E-02 _a	*
semaine 6	2,03 ± 0,10 _a	1,68 ± 0,21 _a	1,98 ± 0,3408 _a	2,05 ± 0,16 _a	*
semaine 7	2,24 ± 2,74E-02 _a	2,13 ± 6,86E-02 _{ab}	2,09 ± 7,48E-02 _b	2,09 ± 7,44E-02 _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, $p < 0$,*

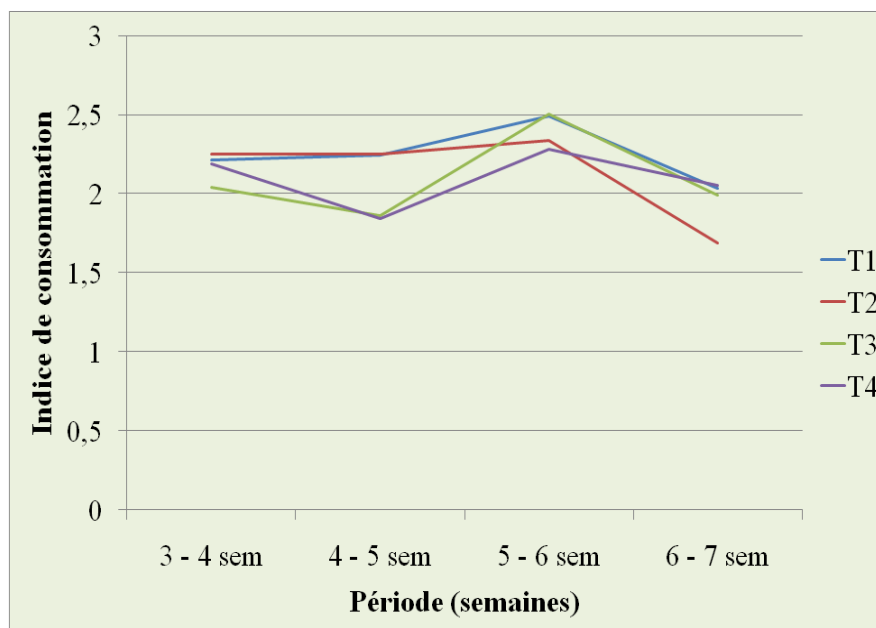


Figure 18 : L'évolution de l'indice de consommation alimentaire des oiseaux en fonction du temps et des différents

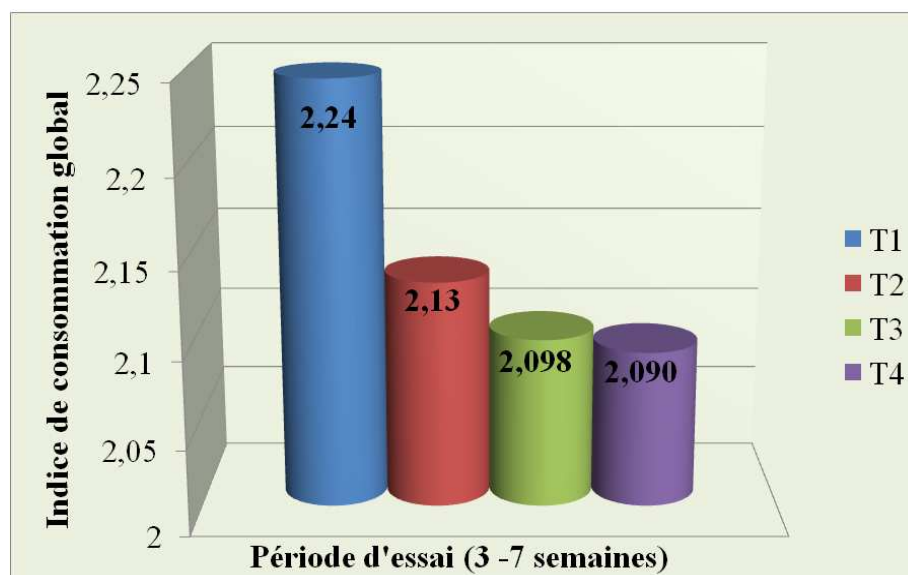


Figure 19 : L'évolution globale de l'indice de consommation alimentaire des oiseaux en fonction des différents traitements

2.4. LES EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER OU BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE OU MELANGEE SUR LES CARACTERISTIQUES DE CARCASSES DES POULETS DE CHAIR

Le **tableau XXII** présente les caractéristiques des carcasses des oiseaux des différents traitements en fin d'essai. Les poids carcasses sont significativement différents ($p < 0,05$). Les poids obtenus sont respectivement de 1953,42 g, 1988,21 g, de 2089,94 g et de 2130,75 g pour les traitements T1, T2, T3 et T4 (**figure 20**), ceci correspond, comparé au témoin T1, à des améliorations de 1,78 %, de 6,87 % et de 9,08 %. Le poids le plus faible est enregistré chez les oiseaux du traitement témoin, tandis que ceux du traitement T4 ont donné le meilleur poids. En ce qui concerne les rendements carcasses (**figure 21**), aucune différence significative n'a été observée entre les différents traitements. Les rendements carcasses sont de 85,15 %, de 82,67 %, de 83,72 % et 85,21 % respectivement pour les traitements T1, T2, T3 et T4.

Au terme de notre essai, les oiseaux soumis à l'alimentation séquentielle avec du maïs grain entier ont eu les meilleurs poids et rendement carcasse. Cependant, le traitement témoin ayant le plus faible poids carcasse, a affiché un rendement carcasse pratiquement identique à celui du traitement T4.

Tableau XXII : Les effets du maïs grain et broyé en alimentations mélangée et séquentielle sur les caractéristiques d'abattage des oiseaux

carcasse	TRAITEMENTS				S
	T1 ou Témoin	T2	T3	T4	
PC (g)	1953,42 ± 58,50 _a	1988,21 ± 71,88 _{ab}	2089,94 ± 47,10 _{ab}	2130,75 ± 31,92 _b	*
RC (%)	85,15 ± 1,57 _a	82,67 ± 0,87 _a	83,72 ± 2,25 _a	85,21 ± 0,67 _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, $p < 0,05$; PC : Poids Carcasse ; RC : Rendement Carcasse ; S : Signification*

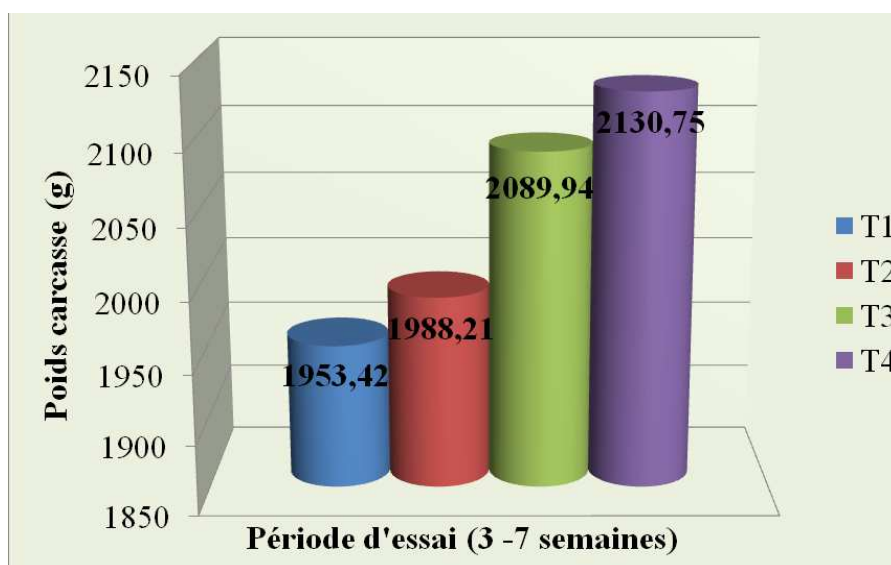


Figure 20 : Poids carcasses moyens des oiseaux des quatre traitements

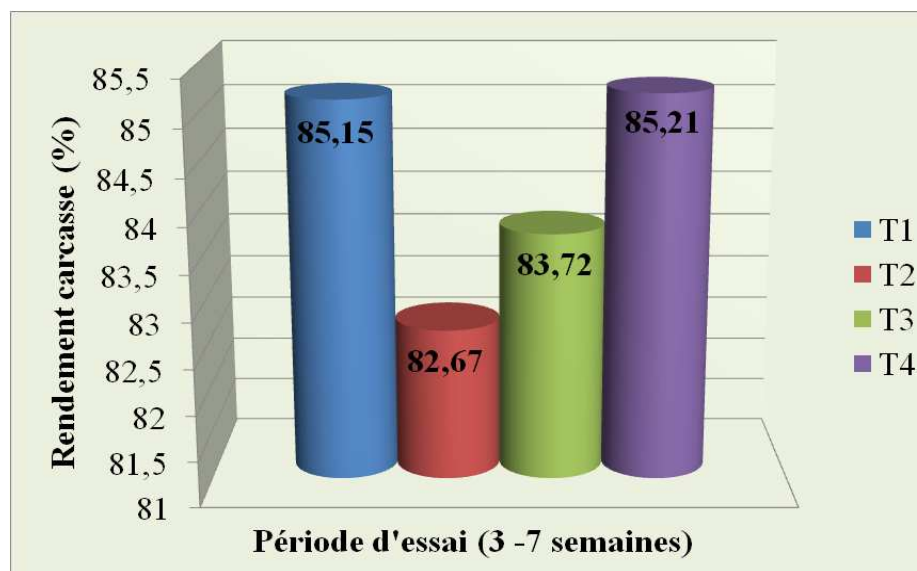


Figure 21 : Les rendements carcasses des oiseaux des quatre traitements

2.5. LES EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER OU BROÏE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE OU MELANGEE SUR LES MORTALITES CHEZ LES POULETS DE CHAIR

Les mortalités ont été réparties aussi bien sur la période avant essai, que sur la période de l'expérimentation (**tableau XXVI**). Les mortalités chez les sujets ont été essentiellement dues aux mortalités subites, aux pathologies de locomotion (**figure 24**) et à l'ascite (**figures 22 et 23**). Un taux de mortalité global de 5,68 % a été enregistré entre J 0 et J 46 dont 3,34 % avant le début de l'essai (J 0 – J 21) et 2,34 % pendant la période d'essai. Sur l'ensemble de la période de l'expérimentation, le taux de mortalité a été de 2,42 %. Evalués par traitement, des taux de mortalité de 4,16 %, de 2,77 %, de 1,36 % et de 1,38 % ont été observés, respectivement chez les oiseaux des traitements T1, T2, T3 et T4. Par rapport au témoin, une réduction de 33,33 %, de 67,12 % et de 66,67 % du taux de mortalité est observée respectivement dans les traitements T2, T3 et T4. Il faut dire que le traitement témoin a donné le taux de mortalité le plus élevé, alors qu'une mortalité faible a été observée chez les sujets soumis à l'alimentation séquentielle.

Tableau XXIV : Les effets du maïs grain et broyé en alimentations mélangée et séquentielle sur la mortalité chez les oiseaux

	Avant l'essai (J0 – J21)	Période de l'essai (J21 – J46)				
		T1	T2	T3	T4	TOTAL
Effectif	299	72	72	73	72	289
Nbre de morts	10	3	2	1	1	7
Taux de mortalité (%) /traitement	-	4,16	2,77	1,36	1,38	2,24
Taux de mortalité globale(%) /	3,34	2,34				5,68

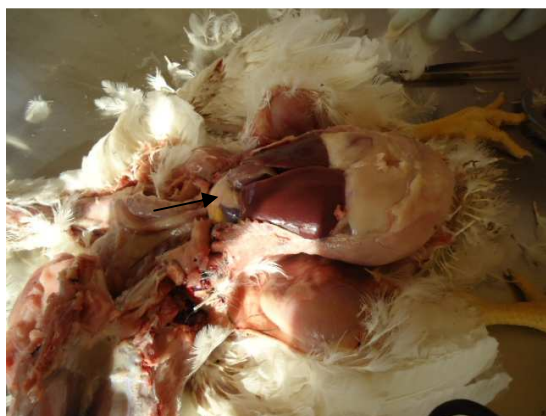


Figure 22: Autopsie de cas d'ascite chez le poulet chair
Source : **KONE M.**

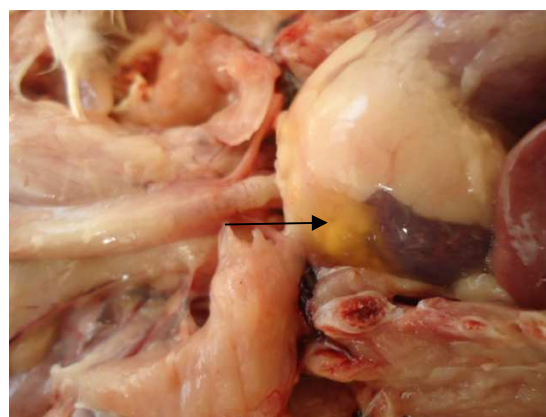


Figure 23 : Dépôt de graisse et hypertrophie cardiaque chez un poulet mort d'ascite
Source : **KONE M.**



Figure 24 : Cas de paralysie des pattes chez le poulet de chair
Source : Auteur

2.6. LES EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER OU BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE OU MELANGEE SUR LA RENTABILITE ECONOMIQUE

Seule l'alimentation a été prise en compte au niveau des coûts de productions dans cette analyse économique (**tableau XXV**), les autres charges intervenant dans la production étant considérées comme égales par ailleurs dans les quatre traitements.

Tableau XXV: Analyse de la rentabilité économique des poulets nourris au maïs grain entier et broyé en alimentation séquentielle et mélangée

Paramètres	Traitements			
	T1	T2	T3	T4
Prix du kg d'aliment (F CFA)	251,13	251,13	266,80	256,21
Indice de consommation (3-4semaines)	2,24	2,13	2,098	2,091
Coût aliment/kg PV (F CFA)	565	535	560	535
Prix de vente du kg PC (F CFA)	1700	1700	1700	1700
Marge brute alimentaire (F CFA)/ Kg PC	1135	1165	1140	1165
MMN / témoin (FCFA)/kg	0	30	5	30
Poids vif (4 – 7 semaines)	2280,80	2380,97	2502,49	2497,98
Poids carcasse (4 -7 semaines)	1953,42	1988,21	2089,94	2130,75
Coût aliment/poulet (F CFA)	1290	1275	1400	1335
Prix de vente du poulet (F CFA)	3320	3380	3550	3620
MMB (F CFA)/ Poulet	2030	2105	2150	2285
MMN / témoin (FCFA)/Poulet	0	75	120	225

A l'issue de l'analyse économique de notre expérimentation, il ressort que la marge bénéficiaire brute de tous les traitements est supérieure à celle du traitement témoin. Comparativement au témoin, des bénéfices de 30 FCFA, de 5FCFA et de 30 FCFA ont été respectivement réalisés sur le kilogramme de poids vif produit au niveau des traitements T2, T3 et T4. Par ailleurs, dans le même ordre, des gains bénéficiaires de 75 FCFA, de 120 FCFA et de 225 FCFA par poulet produit ont été obtenus au niveau des traitements T2, T3 et T4 par rapport au témoin. Ce qui correspond à des améliorations économiques de 3,69 %, de 5,70 % et de 12,56 % par rapport au témoin.

La meilleure marge bénéficiaire est réalisée chez les oiseaux soumis à l'alimentation séquentielle avec du grain de maïs entier, suivie de celle des oiseaux ayant consommé du maïs broyé en alimentation séquentielle et enfin celle des animaux nourris avec le maïs broyé mélangé.

CHAPITRE III: LA DISCUSSION

3.1. LES EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER OU BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE OU MELANGEE SUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE DES POULETS DE CHAIR

3.1.1 LES EFFETS SUR LE POIDS VIF ET GAIN MOYEN QUOTIDIEN

Les performances de croissances des oiseaux n'ont pas été influencées par les caractéristiques physiques de l'aliment mais une différence significative est notée ($p < 0,05$) en fonction du mode alimentaire.

3.1.1.1. Les effets de l'alimentation mélangée sur le poids et le GMQ

En ce qui concerne l'alimentation mélangée, les poids vif des oiseaux ayant consommé le maïs entier et ceux des animaux ayant consommé du maïs broyé sont identiques. L'évolution plus ou moins uniforme du poids vif des animaux soumis au régime contenant des grains entiers serait due à l'apprentissage qui dépend de l'âge et de la taille particulière de l'aliment. Ces résultats corroborent ceux obtenus par **ROSE et al. (1995)** cités par **NOIROT et al. (1998)** avec du blé entier aux taux d'incorporation de 40 à 60 %. Le faible de poids constaté chez les animaux soumis au régime broyé serait lié à une dégradation progressive de la consommation alimentaire avec l'âge et par conséquent du poids vif. 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. Ainsi, les oiseaux préfèrent les aliments de grande taille (granulophilie) qui est un comportement alimentaire très caractéristique observé chez les des oiseaux (**QUENTIN et al., 2005**).

3.1.1.2. Les effets de l'alimentation séquentielle sur le poids et le GMQ

Les poids n'ont pas été significativement différents en fonction de la taille de l'aliment ($p > 0,05$). Cependant, une légère supériorité des poids des animaux ayant consommé le maïs broyé, est observée. Cela se justifierait d'une part par un retard dans l'apprentissage du nouvel aliment chez les oiseaux soumis au maïs grain entier et d'autre part, par le séjour long du maïs grain entier dans le jabot pour être hydraté et dans le gésier pour le broyage jusqu'à une taille permettant son passage à travers le pyllore. Des résultats semblables ont été obtenus par **MUNT et al. (1995)** et **CARRE (2002)** cités par **SABINE (2009)**.

Inférieur entre la quatrième et la cinquième semaine, le poids des oiseaux consommant le maïs entier a atteint puis dépassé celui des animaux soumis au régime contenant le maïs broyé à la

sixième semaine. Cette performance des poulets consommant du maïs grain entier s'expliquerait par le fait que les oiseaux se sont adaptés à ce nouvel aliment avec le temps. Cette adaptation a permis de stabiliser la consommation alimentaire associée à l'ingestion d'une ration équilibrée en termes de rapport énergie / protéines.

3.1.1.3. Les effets comparés de l'alimentation séquentielle et l'alimentation mélangée sur le poids et le GMQ

Il est important de noter la différence significative entre les poids vifs des oiseaux des deux modes alimentaires ($p < 0,05$). Les oiseaux soumis à l'alimentation séquentielle ont montré dès la quatrième semaine une supériorité pondérale aussi bien avec le maïs grain entier qu'avec le maïs broyé par rapport à ceux qui ont été nourris au régime standard c'est à dire l'aliment complet.

Sur l'ensemble de l'essai, des augmentations pondérales de 4,21 %, de 8,86 % et de 8,69 % sont obtenues respectivement avec les traitements T2, T3 et T4 par rapport au témoin. Cette infériorité pondérale observée chez les oiseaux soumis à l'alimentation mélangée serait due au tri particulière conduisant à l'ingestion d'une ration déséquilibrée, plus riche en énergie qu'en protéines. Ces résultats sont en accord avec ceux d'**IRENE et al. (2005)** qui ont obtenus chez les animaux consommant du blé entier en alimentation séquentielle, des performances de croissance plus élevées que chez les animaux consommant le régime standard. Mais, d'autres auteurs rapportent des échecs de l'alimentation séquentielle. En effet, **SCHOLTYSSSEK et al. (1983)** ont obtenu à 42 jours, des poids vifs inférieurs de 5 à 7 % à ceux 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.

3.2. LES EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER OU BROYE EN ALIMENTATIONS SEQUENTIELLE OU MELANGEE SUR LA CONSOMMATION ALIMENTAIRE ET L'INDICE DE CONSOMMATION DES POULETS DE CHAIR

3.2.1. LES EFFETS SUR LA CONSOMMATION ALIMENTAIRE

3.2.1.1. Les effets de l'alimentation mélangée sur la consommation alimentaire

La consommation alimentaire globale des oiseaux nourris au maïs entier en alimentation mélangée est légèrement supérieure à celle obtenue avec le maïs broyé en régime mélangé. En effet, les oiseaux préféreraient les aliments de grande taille faciles à préhender par le bec qui augmente de taille avec l'âge. Ces résultats corroborent ceux de **QUENTIN et al. (2005)** qui ont obtenu une augmentation de 3 à 7% de la consommation alimentaire des oiseaux en fonction de la taille de

l'aliment avec une augmentation maximale avec les moutures 8 et 12 mm. Des résultats similaires ont été obtenus par **PICARD et al. (2000)**. La troisième semaine est marquée par une supériorité de la consommation alimentaire des oiseaux nourris au maïs broyé en alimentation mélangée comparativement à celle des oiseaux ayant consommé le maïs grain. Cela serait dû au fait qu'à cet âge, le maïs broyé est mieux adapté au bec.

En effet, des oiseaux consomment mieux les aliments faciles à préhender. Ainsi, la consommation va varier en fonction de la taille du bec qui augmente avec l'âge mais, également en fonction des caractéristiques granulométriques de l'aliment (la taille, la dureté). Cette tendance s'est inversée à partir de la quatrième semaine jusqu'à la fin de l'expérimentation. Cela s'expliquerait d'une part par l'augmentation de la taille du bec qui serait adaptée à la préhension des particules de grande taille, et d'autre part par la préférence des oiseaux pour les aliments de grande taille. Ces résultats corroborent ceux de **QUENTIN et al. (2005)** ; **PICARD et al. (2000)** ; **PORTELLA et al. (1988)** ; **NIR et al. (1994)** et **WAUTERS et al. (1997)**.

3.2.1.2. Les effets de l'alimentation séquentielle sur la consommation alimentaire

La consommation des animaux nourris au maïs broyé a été supérieure à celle des animaux qui ont consommé le maïs grain entier durant toute la période de l'essai mais ne présente aucune différence significative ($P > 0,05$). Toutefois, la quantité d'aliments consommée la première semaine de l'expérience a été faible par rapport à celle des autres semaines. Cette supériorité s'expliquerait par le fait que la digestion des céréales entières dure plus que celle des céréales broyées à cause de l'indisponibilité des contenus intracellulaires.

En effet, l'augmentation de la taille particulaire entraîne généralement un allongement du temps de transit total du fait d'une rétention plus longue dans le jabot et le gésier. Les particules ingérées dures ou de grande taille nécessitent une hydratation dans le jabot avant de pouvoir être broyées dans le gésier. Ce phénomène réduit le rythme de consommation qui est fonction du temps de digestion de l'aliment ingéré alors que l'alimentation séquentielle impose la durée d'accès à un aliment donné, **CARRE (2000)** et **NOIROT et al. (1998)** ont obtenus des résultats similaires.

Sur l'ensemble de l'essai, les oiseaux du traitement T3 ont consommé 51,51 % de leur ration sous forme de maïs broyé contre 48,51 % de maïs entier. Une sous consommation de la céréale est constatée ; ce qui aurait entraîné un déséquilibre du rapport énergie/protéique avec plus de protéines que d'énergie qui serait responsable de l'infériorité du poids vif des oiseaux nourris au grain entier par rapport à celui des oiseaux ayant consommé du maïs broyé. Ces résultats sont proches mais supérieurs à ceux obtenus par **ROSE et al. (1995)**. Ces auteurs ont atteint une consommation de 44 % de leur ration sous forme de céréales entières chez les poulets de 28 et 49 jours d'âge. La ration

globale constituée par les oiseaux de l'alimentation séquentielle est différente de celle de la ration complète contenant 60,23 % de maïs.

3.2.1.3. Les effets comparés de l'alimentation séquentielle et l'alimentation mélangée sur la consommation alimentaire

En fin d'essai, la consommation alimentaire s'est différenciée significativement en fonction du mode alimentaire ($P < 0,05$). La consommation la plus élevée est enregistrée au niveau de l'alimentation séquentielle contenant du maïs entier suivie de celle du maïs broyé en mode séquentiel. Cela s'expliquerait par le fait que la distribution d'un nouvel aliment à chaque séquence augmente l'appétit et la vitesse de consommation durant les premières heures qui s'en suivent.

L'alimentation mélangée a donné les plus petites valeurs. Cette observation évolue dans le même sens que celle du poids vif et de la vitesse de croissance. Ce constat renforce la corrélation positive existant entre la consommation alimentaire et gain pondéral. Cette corrélation a été mise en évidence par bon nombre d'auteurs. En effet, **NATHALIE et al. (2009)** ont constaté un faible gain de poids chez les poules ayant sous-consommé l'aliment. La taille de l'aliment n'a pas eu cependant d'influence significative sur la consommation alimentaire ($p > 0,05$).

3.2.2. LES EFFETS SUR L'INDICE DE CONSOMMATION

3.2.2.1. Les effets de l'alimentation mélangée sur l'indice de consommation

Au terme de l'expérimentation, les indices de consommation des oiseaux ont été significativement différents au seuil 5 % en fonction de la taille particulière. Les oiseaux nourris au maïs grain entier ont affiché le meilleur indice de consommation.

La supériorité de l'indice de consommation, entre la troisième et la quatrième semaine d'âge des animaux nourris au maïs grain par rapport à celui des oiseaux ayant consommé le maïs broyé serait dû au tri particulier constaté pendant cette période. En effet, la disparité exagérée entre les caractéristiques granulométriques des deux types d'aliments mélangés (farine et grain entier) prédispose les oiseaux au tri alimentaire. Ce comportement aurait conduit ainsi à un déséquilibre du rapport énergie / protéine en faveur des protéines et par conséquent une dégradation du gain moyen quotidien (**GMQ**). Ces préférences peuvent ainsi induire un tri particulier néfaste à l'ingestion d'une ration équilibrée pour tous les animaux et entraîner une baisse globale de production (**NIR et al., 1994**).

Les valeurs de l'indice de consommation sont restées constantes entre la quatrième et la cinquième semaine avant de se dégrader entre la cinquième et la sixième semaine alors que pendant cette

période, la consommation alimentaire a été maximale. Cette dégradation serait liée au stress thermique. En effet, cette période a été la période la plus chaude de l'essai pendant laquelle les valeurs maximales de la température et de l'hygrométrie ont été atteintes (34,6 °C avec 65 % d'hygrométrie). L'énergie produite aurait été utilisée pour lutter contre la chaleur par le phénomène de l'halètement entraînant une dégradation du gain moyen quotidien et des indices de consommation au niveau des traitements T1 et T2.

La dernière semaine, les indices de consommation se sont améliorés avec le rétablissement d'une ambiance favorable (21,4 – 29,1 C° et 20 - 61 %). La dégradation de l'indice de consommation du traitement T2 témoin, s'expliquerait d'une part par la dégradation de la consommation alimentaire des oiseaux témoins liée à la finesse de la taille des particules alimentaires (maïs broyé) inadaptée à la taille du bec des oiseaux et d'autre part par le tri particulière en faveur du maïs broyé au détriment du complément qui est sous forme de farine. Ces résultats sont semblables à ceux de **FARUK et al. (2009)** qui ont constaté un déficit de couverture des besoins protéiques chez les poules.

En fin d'expérience, l'incorporation du grain entier dans la ration a permis une amélioration de 4,91 % de l'indice de consommation par rapport à la ration contenant le maïs broyé.

3.2.2.2. Les effets de l'alimentation séquentielle sur l'indice de consommation

La troisième semaine, aucune différence significative n'a été notée entre les indices de consommation des deux traitements. Toutefois, l'indice de consommation des oiseaux nourris au maïs grain entier a été légèrement supérieur. Cela s'expliquerait par la légère sous-consommation du maïs grain entier du fait de sa taille non adaptée à la taille du bec des poulets à cet âge. Pendant cette période de croissance, les oiseaux ont tendance à surconsommer l'aliment riche en protéines. Ces deux raisons entraînent un déficit énergétique qui justifierait une baisse de l'efficacité protéique donc une dégradation de la vitesse de croissance.

Entre la quatrième semaine et la cinquième semaine, une amélioration de 8,37 % et de 16,06 % des indices de consommation, est notée respectivement au niveau des traitements T3 et T4. Cette amélioration serait liée à la stabilisation de la consommation alimentaire associée à un niveau d'équilibre acceptable du rapport énergie / protéine.

L'augmentation de la température et de l'hygrométrie (34,6°C avec 65 % d'hygrométrie) entre la cinquième et sixième semaine serait responsable de la dégradation généralisée de l'indice de consommation. Cette période a été caractérisée par une forte consommation alimentaire, mais cette

énergie serait utilisée pour lutter contre le stress thermique. A la dernière semaine, les indices de consommation s'améliorent suite au rétablissement d'une ambiance favorable.

Au terme de l'essai, l'alimentation séquentielle a donné en moyenne un indice de consommation de 2,09 aussi bien avec le maïs broyé qu'avec le grain entier. Nos résultats corroborent ceux de **BOUVAREL et al. (2003)** qui ont obtenu des indices de consommation compris entre 1,9 et 2,1 avec un aliment énergétique (3 300 Kcal EM/Kg, 9 % PB) alterné avec un aliment protéique (2600 Kcal EM/Kg, 29 % PB) chez les poulets de chair (14 j - 47 j). Cependant, nos résultats sont moins bons que ceux obtenus par **BOUVAREL et al. (2009)** qui ont obtenu un indice moyen de 1,61 chez les poulets de chair entre 0 et 35 jours avec un aliment énergétique contenant 60 % de blé distribué en alternance selon des cycles de 48 h avec un aliment protéique (22 % de MAT). Cela serait dû à la meilleure qualité des matières premières utilisées par ces auteurs comparée à celle de notre essai.

3.2.2.3. Les effets comparés de l'alimentation séquentielle et l'alimentation mélangée sur l'indice de consommation

Par rapport au témoin, des améliorations de -4,91 % et de -6,7 % ont été observées respectivement au niveau du traitement T2 et des traitements T3 et T4. Par ailleurs, l'alimentation séquentielle a bonifié de - 1,5 % l'indice de consommation par rapport à l'alimentation mélangée avec du maïs grain entier. Ces résultats sont comparables mais moins bons que ceux de **NATHALIE et al. (2009)** réalisés chez les poules pondeuses nourries avec du blé entier. En effet, ces auteurs ont obtenu des indices de consommation de 2,18 et de 1,98 respectivement avec l'alimentation mélangée et l'alimentation séquentielle par rapport au témoin (2,09). Les différences seraient liées à la meilleure qualité des matières premières utilisées par ces auteurs.

Au terme de l'essai, les résultats de l'alimentation séquentielle ont été légèrement meilleurs que ceux de l'alimentation mélangée. Cela se justifierait par le tri particulière en faveur du maïs broyé et du maïs grain entier chez les oiseaux soumis à l'alimentation mélangée. La surconsommation du maïs qui est très énergétique entrainerait un dépôt de gras abdominal au détriment du muscle qui dégrade le gain pondéral donc l'indice de consommation. Cette dégradation est plus accentuée avec l'aliment témoin qui est un mélange du maïs broyé et l'aliment complémentaire. Dans ce cas, le tri particulière va s'associer à la baisse de la consommation alimentaire globale liée à la finesse de la taille particulière de l'aliment moins adaptée à la taille du bec des oiseaux à cet âge.

Selon les travaux de **PORTELLA et al. (1988)**, les oiseaux consomment à partir de trois semaines des particules dont la taille est supérieure à 2,36 mm. Les volailles ne sont pas particulièrement friandes des particules très fines. Plusieurs travaux concernant les volailles à croissance rapide et plus récemment les volailles à croissance lente, indiquent que l'augmentation de la proportion de

particules fines dans l'aliment entraîne une dégradation significative de la consommation, du gain de poids et de l'indice de consommation (QUENTIN *et al.*, 2005).

3.3. LES EFFETS DE L'UTILISATION DU MAÏS GRAIN ENTIER OU BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE OU MELANGEE SUR LES CARACTERISTIQUES DE CARCASSE DU POULET DE CHAIR

3.3.1. LES EFFETS SUR LES POIDS ET RENDEMENT CARCASSES

3.3.1.1. Les effets de l'alimentation mélangée sur les caractéristiques de carcasses

Les poids et rendement carcasses des oiseaux nourris au maïs broyé (T1) sont respectivement de 1,74 % et de 2,91 % supérieurs à ceux des animaux ayant consommé du maïs grain entier. Cette supériorité serait liée à l'augmentation du poids des organes du tractus digestif des oiseaux ayant consommé le grain entier. Ces résultats sont comparables à ceux de **LARROUDE *et al.* (2003)** qui ont obtenu un rendement de 84,6 % chez les poulets de chair (14 – 47 j). Néanmoins, nos rendements sont meilleurs que ceux obtenus par **SANON (2009) et LOUL (1998)** qui se situent respectivement dans les fourchettes de (75,25 - 77,14 %), et de (74,06 - 75,66 %). Ces différences pourraient s'expliquer par la conduite d'élevage mais aussi par la qualité des matières premières.

3.3.1.2. Les effets de l'alimentation séquentielle sur les caractéristiques de carcasses

Les performances d'abattage des oiseaux nourris au maïs grain ont été légèrement supérieures à celles des animaux nourris au maïs broyé. Le poids et le rendement carcasses ont été respectivement supérieurs de 1,95 % et de 1,77 % par rapport à ceux des oiseaux ayant consommé le maïs broyé. Cela se justifierait par le fait qu'au cours de la période d'essai, les oiseaux ont légèrement surconsommé le maïs broyé (51,51 % contre 48,49 % pour l'aliment complémentaire) qui serait à l'origine du dépôt de gras au détriment du muscle.

Ces résultats sont très proches de ceux de **LARROUDE *et al.* (2003)**. En effet, ces auteurs ont obtenu avec différentes modalités d'alimentation séquentielle chez les poulets de chair, des valeurs de rendements carcasses comprises entre 85,7 et 86,5 %. Les rendements carcasses obtenus par **KONE (2010)** ont été meilleurs que les nôtres (86,73- 87,97 %) alors que les poids carcasses de cet auteur ont été moins bons que les nôtres (1436,5 - 1534,14 g). Cela se serait dû au fait que cet auteur a travaillé pendant la période chaude (Juillet – Août). Pendant cette période, la température et l'hygrométrie ont respectivement oscillés entre 24,9 – 35,5 °C et 75 – 77 %. Ces facteurs auraient

freiné le dépôt de gras et favorisé celui du muscle ; cependant le gain moyen quotidien est dégradé ce qui a entraîné donc un poids carcasse faible.

3.3.1.3. Les effets comparés de l'alimentation séquentielle et l'alimentation mélangée sur les caractéristiques de carcasses

Comparativement à l'alimentation mélangée, l'alimentation séquentielle a donné les meilleurs poids carcasses. Cela serait dû au fait qu'avec l'alimentation alternée dans le temps, le tri alimentaire est limité car un aliment est imposé aux animaux pendant une période bien déterminée, ce qui permet aux oiseaux de constituer une ration équilibrée selon leurs besoins.

Contrairement à l'alimentation mélangée, l'équilibre théorique de la ration formulée peut ne pas correspondre à celui de la ration consommée réellement dans le cas de l'alimentation séquentielle. En fait, la granulophilie qui est un comportement caractéristique des oiseaux, les prédispose à trier les aliments de grandes tailles (les céréales) au détriment de l'aliment farineux, constitué majoritairement de protéines et de minéraux. Ce déséquilibre du rapport énergie/protéine entraîne le plus souvent chez les oiseaux un déficit de couverture des besoins protéiques avec pour conséquence, une baisse du gain pondéral. Aucune différence significative n'a été observée au seuil 5 % entre les rendements carcasse. Toutefois, le témoin et l'alimentation séquentielle avec les grains entiers ont donné les meilleurs résultats.

3.4. LES EFFETS DE L'UTILISATION DU MAÏS GRAIN ENTIER ET BROYE EN ALIMENTATIONS SEQUENTIELLE ET MELANGEE SUR LA MORTALITE CHEZ LE POULET DE CHAIR

Le taux de mortalité global durant toute la période de production (5,68 %) est acceptable car il est proche de la norme fixée à 5 % au maximum. **KONE (2009)** a obtenu un taux de mortalité global de 8,45 %. Cette forte mortalité enregistrée par cet auteur pourrait être attribuée aux fortes chaleurs (33,3 à 35,5° C) associées à une hygrométrie élevée (48 à 77 %) observées pendant la période de son essai. Toutefois, dans le présent travail, les cas de mortalités observés seraient liés à la qualité de la ration, au mode alimentaire et à la génétique des oiseaux. Les paralysies constatées pourraient être dues à un déséquilibre phosphocalcique de la ration car une analyse bromatologique n'a pas été faite.

L'ascite est due à la croissance rapide des poulets de chair. Il ne s'agit pas d'une pathologie primaire mais bien d'une incapacité qu'ont ces animaux d'assurer des échanges gazeux pulmonaires suffisants par rapport à leur besoin en oxygène. Ces derniers sont en effet rendus considérables par les besoins métaboliques élevés dus à la croissance rapide, à la thermorégulation et au stress.

Malheureusement, l'amélioration de leurs performances zootechniques n'a pas été accompagnée par une amélioration des échanges gazeux pulmonaires qui sont devenus un facteur limitant pour cette chaîne de l'oxygène. La trop faible capacité des capillaires pulmonaires de ces oiseaux génère en effet une hypertension vasculaire pulmonaire. Il en résulte une hypertrophie et ensuite une décompensation du cœur droit, avec apparition d'ascite au stade final du syndrome (**MOGHADAM et al., 2005**). Le taux élevé de mortalité constaté chez les oiseaux soumis à l'alimentation mélangée serait lié au tri particulaire en faveur du maïs avec des dépôts de graisse au niveau du cœur observé lors de l'autopsie des oiseaux morts subitement. En plus, le déséquilibre phosphocalcique, une des causes des problèmes de locomotion, est accentué par le tri alimentaire car le calcium et le phosphore se trouvent dans la fraction farineuse de la ration.

L'alimentation séquentielle a fortement réduit la mortalité, de 66,67 à 67,12 % chez les oiseaux. Cela s'expliquerait par le fait que l'alimentation séquentielle permet aux oiseaux de constituer une ration équilibrée en fonction de leurs besoins tout en limitant le tri alimentaire.

3.5. LES EFFETS DE L'UTILISATION DU MAÏS GRAIN ENTIER OU BROÏE EN ALIMENTATIONS SEQUENTIELLE OU MELANGEE SUR LA RENTABILITE ECONOMIQUE CHEZ DES POULETS DE CHAIR

L'analyse économique de notre essai fait ressortir clairement l'effet économique positif de l'incorporation des graines entières dans l'alimentation des poulets de chair. Aussi bien en alimentation mélangée qu'en mode séquentiel, l'utilisation des grains entiers de maïs a permis d'obtenir des meilleures marges bénéficiaires (30 FCFA / kg de poids vif) par rapport au témoin.

La marge bénéficiaire produite par le maïs broyé en alimentation séquentielle est de 5 FCFA comparativement au témoin. En d'autres termes, la marge bénéficiaire de tous les traitements a été supérieure à celle du témoin. Or dans cette étude, nous n'avons pas pris en compte le coût de la transformation lié au broyage. Le maïs broyé et le maïs grain entier ont été acheté au même prix (180 FCFA / kg).

Contrairement à la marge bénéficiaire sur le coût de production du kilogramme de poids vif, qui a été différente en fonction de la taille particulaire du maïs, la marge bénéficiaire sur le coût de production du poulet a été significativement différente en fonction du mode alimentaire. L'alimentation séquentielle avec le maïs grain entier a produit la meilleure marge bénéficiaire (225 FCFA / poulet produit) suivie du maïs broyé également en alimentation séquentielle (120 FCFA / poulet) et enfin du maïs grain entier en alimentation mélangée (75 FCFA / poulet). Cela se justifierait par le fait que, produits à des coûts non significativement différents ($p > 0,05$), les oiseaux soumis à l'alimentation séquentielle ont donné les meilleurs indices de consommation et les consommations alimentaires les plus élevées. Les meilleures marges bénéficiaires ainsi observées

chez les oiseaux soumis à l'alimentation séquentielle sont le résultat des effets conjugués de ces deux facteurs.

3.6. RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES

Nos recommandations vont à l'endroit des chercheurs, des aviculteurs et agriculteurs, des fabricants d'aliments et de l'Etat sénégalais.

3.6.1. PERSPECTIVES DE RECHERCHE

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) ;
- promouvoir ce mode alimentaire après validation.

3.6.2. RECOMMANDATION A L'ENDROIT DES AVICULTEURS ET DES AGRICULTEURS

A ces deux acteurs très importants de la filière avicole, nous recommandons la mise en place d'une coopérative mixte regroupant les deux professions. Cette association consolidera l'intégration élevage – agriculture. Le maïs produit par les agriculteurs sera directement utiliser dans les fermes avicoles pour la production de viande de poulets de chair.

En plus, il est nécessaire d'encourager la mise en place des fermes intégrées par les paysans.

3.6.3. RECOMMANDATION A L'ENDROIT DES FABRICANTS D'ALIMENTS

Nous recommandons que des gammes d'aliments adaptées à l'alimentation séquentielle chez les oiseaux soient mises sur le marché. Les fabricants doivent trouver pour le complément alimentaire, des présentations appropriées et les mettre à la disposition des aviculteurs et des agriculteurs pour les distribuer en alternance avec le maïs à la ferme.

3.6.4. RECOMMANDATION A L'ENDROIT DE L'ETAT

L'Etat doit mettre en place, appuyer, encourager, soutenir et accompagner les programmes agricoles à travers la mécanisation de l'agriculture. Cela permettra de produire assez de céréales pour subvenir aux besoins des humains et des oiseaux afin de contribuer à réduire la sous-alimentation et la pauvreté.

CONCLUSION

La faim et la pauvreté touchent actuellement des milliers de personnes à travers le monde dont la majorité se trouve en Afrique. La lutte contre ces fléaux constitue de grands axes des récentes politiques de développement pour la plupart des pays du tiers monde. Pour relever ce déficit, une place importante a été accordée au secteur d'élevage en général et en particulier à l'élevage des espèces à cycle court. C'est ainsi que l'Etat sénégalais ayant pris conscience des atouts que possède l'aviculture, aussi bien traditionnelle que moderne, va promouvoir ce secteur en vue de venir à bout de ces problèmes majeurs. Parmi ces atouts, on peut citer entre autres le bas prix de la viande de poulet par rapport aux autres produits carnés, l'absence d'interdits religieux et l'importance socioéconomique (les fêtes religieuses, sources de revenus).

Bien que dominée entre temps par l'aviculture traditionnelle, l'aviculture moderne sénégalaise a connu, ces dernières décennies, un grand essor. Il faut dédier, d'une part, ce progrès à l'embargo en vigueur sur les importations des poulets congelés au Sénégal depuis 2005 suite à l'avènement de la grippe aviaire et d'autre part à la volonté de l'Etat de donner à ce secteur la place qu'il mérite dans la lutte contre la pauvreté.

Malgré cette bonne santé apparente, l'aviculture sénégalaise reste encore confrontée à certaines difficultés. Ces entraves sont d'ordre organisationnel, institutionnel, financier (accès aux crédits bancaires) mais et surtout d'ordre technique. Sur le plan technique, on peut citer l'insuffisance de formation des acteurs, la qualité médiocre des matières premières, la cherté des intrants de production surtout des céréales qui sont incorporées à environ 60 % dans la composition des rations des oiseaux domestiques. La flambée des prix des intrants de production est à l'origine de l'élévation du coût de production du poulet de chair rendant moins compétitive la viande de volailles produite au Sénégal par rapport à celle des pays développés. Tous ces obstacles fragilisent les avancées acquises et freinent cette activité dans sa marche vers son objectif qui est de contribuer à la lutte contre la pauvreté et la faim.

Pour consolider, renforcer les progrès obtenus et réduire les contraintes, des thèmes des travaux de recherche doivent aller dans le sens de trouver des stratégies ou alternatives alimentaires pour abaisser au minimum les charges alimentaires qui représentent environ 60 – 70 % du coût de production. C'est ainsi que nous avons pensé que retourner à l'incorporation des graines entières des céréales dans la ration des oiseaux qui a été longtemps pratiquée chez la volaille pourrait contribuer à amoindrir les coûts alimentaires dont 25 % est occupé par le coût de transformation des céréales (**DOZIER, 2002**) cité par **UMAR FARUK et al. (2009)**.

L'objectif de notre étude est de mettre en évidence les effets du maïs broyé et du maïs grain entier en alimentations séquentielle et mélangée sur les performances zootechniques des poulets de chair

au Sénégal. Cette étude a porté sur 289 poussins de souche Cobb 500 non sexés répartis de façon homogène à partir de trois semaines d'âge en quatre traitements de. Ensuite chaque traitement a été subdivisé en trois sous – traitements. Dans cet essai, deux modes alimentaires et deux types de présentation particulière du maïs ont été testés. Les mesures portées sur les performances de croissance, la consommation alimentaire, l'indice de consommation, les caractéristiques d'abattage et la rentabilité économique ont été étudiées. Il en est ressorti les résultats suivants :

Le poids vif et le gain moyen quotidien ont été significativement différents ($p < 0,05$) en fonction du mode alimentaire. Les poids vifs obtenus sont de 2280,80 g, de 2380,97 g, de 2502,42 g et de 2497,98 g respectivement pour les oiseaux des traitements T1, T2, T3 et T4 à 46 jours. Dans le même ordre, les gains moyens quotidiens ont été de 61,27 g / j, de 65,85 g / j, de 69,78 g / j et de 68,41 g / j. Les meilleures performances de croissance ont été obtenues chez les oiseaux soumis à l'alimentation séquentielle. Comme précédemment, le mode alimentaire a significativement influencé la consommation alimentaire ($p < 0,05$) avec une consommation alimentaire plus élevée chez les oiseaux soumis à l'alimentation séquentielle. Les consommations alimentaires par traitements ont été de 69,50 kg, de 70,53 kg, de 75,80 kg et de 75,62 kg respectivement pour les sujets des traitements T1, T2, T3 et T4. Sur l'ensemble de l'étude, les oiseaux soumis à l'alimentation séquentielle ont consommé dans leur ration 51,51 % de maïs broyé et 48,51 % pour le maïs grain entier.

En ce qui concerne les indices de consommation, des valeurs de 2,24, de 2,13, de 2,09 et de 2,09 ont été déterminées respectivement chez les sujets des traitements T1, T2, T3 et T4. En plus, les indices de consommation ont été significativement différents ($p < 0,05$) surtout en fonction du mode alimentaire. Le meilleur indice de consommation a été obtenu chez les oiseaux ayant consommé leur ration de façon alternée. Les poids carcasses des oiseaux ont été significativement différents ($p < 0,05$) alors qu'aucune différence significative n'a été observée entre les rendements carcasses ($p > 0,05$).

Des poids carcasses moyens de 1953,42 g, de 1988,21 g, de 2089,94 g et de 2130,75 g ont été obtenus respectivement chez les oiseaux des traitements T1, T2, T3 et T4 correspondant dans le même ordre à des rendements carcasses de 85,15 %, de 82,67 %, de 83,72 % et de 85,21 %. Les oiseaux ayant consommé le maïs grain entier en alimentation alternée ont affiché les meilleures caractéristiques d'abattage.

Un taux de mortalité global de 5,68 %, a été enregistré entre J 0 et J 46 dont 3,34 % avant le début de l'essai (J 0 – J 21) et 2,34 % pendant la période d'essai (J21 - J46). Par rapport au témoin, une réduction de 33,33 %, de 67,12 % et de 66,67 % du taux de mortalité est observée respectivement dans les traitements T2, T3 et T4.

Du point de vu de la rentabilité économique, tous les traitements ont engendré une marge bénéficiaire supérieure à celle du témoin. Comparativement au traitement témoin, des bénéfices de 30 FCFA, de 5 FCFA et de 30 FCFA ont été respectivement réalisés par kilogramme de poids vif produit chez les oiseaux des traitements T2, T3, T4 alors que sur chaque poulet produit, les marges sont de 75 FCFA, de 120 FCFA et de 225 FCFA dans le même ordre, ce qui correspond à des améliorations de la rentabilité économique de 3,69 %, de 5,70 % et de 12,56 % par rapport au témoin. L'alimentation séquentielle avec le maïs grain entier a été la plus rentable.

Il ressort de notre étude que l'alimentation séquentielle est meilleure que l'alimentation mélangée. L'alimentation séquentielle a produit des améliorations zootechniques et économiques supérieure à celles de l'alimentation mélangée. Nous avons obtenu de très bons résultats à l'échelle expérimentale mais, la question qui reste à poser est de savoir si cette approche alimentaire donnera les mêmes résultats à l'échelle des grands élevages en milieu réel. Pour répondre à cette question complexe nous recommandons que cette étude soit poursuivie en prenante en compte tous les facteurs pouvant influencer les performances zootechniques des poulets de chair. Il s'agit de déterminer l'âge optimal d'incorporation des céréales entières dans la ration des oiseaux, la durée optimale des séquences et le meilleur pourcentage des protéines de l'aliment complémentaire. Ces travaux permettront de valider cette approche alimentaire donc de la promouvoir auprès des aviculteurs.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] **Abou K., 2010.** Effets de l'incorporation du tourteau de Neem (*Azadirachta indica* a.JUSS) à faibles doses dans l'aliment et dans la litière sur les performances zootechniques et l'état sanitaire du poulet de chair. Thèse : Méd. Vét : Dakar ; 3.
- [2] **Adrian J.et Sayerse C., 1956.** Composition of Senegal millets and sorghums. Laboratoire de Biochimie de la Nutrition du C.N.R.S., Bellevue, S. et O., France. Laboratoire de L'O.R.A.N.A. service de Santé, Dakar, A.O.F.
- [3] **Agnès N., Marie-Pierre L.M., Michel M., Yves N., Catherine J., 2009.** Voies nutritionnelles d'économie de phosphore chez le poulet. Huitièmes Journées de la Recherche Avicole, St Malo, 25 et 26 mars 2009 p102-p109.
- [4] **Anselme B., 1987.** L'aliment composé pour volaille au Sénégal : Situation actuelle, contribution à son amélioration par une meilleure valorisation des ressources nutritionnelles locales. Thèse : Méd. Vét : Toulouse ; 87.
- [5] **Barrier-Guillot B., Métayer J.P., Bouvarel I., Castaing J., Picard M., Zwick J.L., 1997.** Valeur énergétique du blé et du maïs présentés en grains entiers, en farine et en granulés chez le poulet de chair. 2èmes Journées de la Recherche Avicole, Tours, 37-40.
- [6] **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.
- [7] **CARRÉ B., 2000.** Effets de la taille des particules alimentaires sur les processus digestifs chez les oiseaux d'élevage. *INRA Prod. Anim.*, 2000, 13 (2), 131-136.
- [8] **Chevalier D., André S., Merlet F., Besson M., Milier E., Bouvarel I., 2007.** Incorporation de céréales a la ferme dans l'alimentation des volailles de chair en filière longue. Septièmes Journées de la Recherche Avicole, Tours, 28 et 29 mars 2007.
- [9] **Choi J.H., So B.S., Ryu K.S., Kang S.L., 1986.** Effects of pelleted or crumbled diets on the performance and the development of the digestive organs of broilers. *Poultry Science*, 65: 594-597.

- [10] **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).
- [11] **CNA, 2006.** Statistiques de la filière avicole moderne de 1996 à 2006. DIREL, Dakar.
- [12] **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), vol1, 457-458.
- [13] **Cowan P.J. et Mitchie W., 1978.** Choice feeding of the male and female broiler. Br. Poultry Sci., 19, 149-152.
- [14] **Dezat E., Umar-Faruk M., Lescoat P., Roffidal L., Chagneau A. M., Bouvarel I., 2009.** Réaction à court terme de poules pondeuses face à un mélange de blé et d'aliments de granulométrie différente. Huitièmes Journées de la Recherche Avicole, St Malo, 25 et 26 mars 2009.
- [15] **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.
- [1]. **DIREL, 2004.** Situation et perspectives du sous-secteur de l'élevage.
- [16] **DIREL/CNA, 2008.** Données statistiques sur l'évolution des productions avicoles au Sénégal.
- [17] **FAO, 1993.** Le maïs dans la nutrition humaine. Rome : FAO.- 190p.
- [18] **FAO, 1995.** L'alimentation des volailles dans les pays tropicaux et subtropicaux. Rome: F.A.O. 103p.
- [19] **Faruk Murtala U., Nathalie M., Lucien R., Isabelle B., Philippe L., 2009.** Incorporation de blé entier dans l'alimentation de poules pondeuses selon différentes modalités d'apport: en conditions non contraignantes. Huitièmes Journées de la Recherche Avicole, St Malo, 25 et 26 mars 2009 p434-p438.

- [20] **Favier J.C., 1989.** Valeur nutritive et comportement des céréales au cours de leurs transformations .Céréales en régions chaudes. AUPELF-UREF, Eds John Libbey Eurotext, Paris 1989, pp. 285-297.
- [21] **Ferrando, 1969.** Alimentation du poulet de chair et de la pondeuse. Paris : Vigot Frères.- 197p.
- [22] **Gous R.M. et Preez J.J., 1975.** The sequential feeding of growing chickens. British Journal of Nutrition 34, 113-118.
- [23] **Gualtieri M. et Rapaccini S., 1990.** Sorghum gram In poultry feeding. World's poultry Science (46): 246-252.
- [24] **Guèye A., Sylla M., Diouf A., Touré I., Camicas J.L., 2004.** Distribution et variations d'abondance saisonnières d'Argas persicus au Sénégal. Revue Élev. Méd. vét. Pays trop. 2004, 57 (1-2) : 65-70.
- [25] **Hale C. et Green L., 1988.** Effects of early ingestional experiences on the acquisition of appropriate food selection by young chicks. Animal Behaviour 36(1), 211-224.
- [26] **Irène G., Serge M., Maryse L., 2005.** Effet de l'alimentation à base de graines entières de blé sur le tractus digestif de poulets de chair. Sixièmes Journées de la Recherche Avicole, St Malo, 30 et 31 mars 2005 p320-p324.
- [27] **Isabelle B., Anne Marie C., Maria V., Hervé J., Philippe L., Jean-Paul M., Michel L., Katell C., Guillaume E., Sophie T., Christine L., 2007.** Réactions du poulet Ross à l'alimentation séquentielle. Septièmes journées de la recherche avicole, tours, 28 et 29 mars 2007 p178-p182.
- [28] **Isabelle B., Anne Marie C., Philippe L., Maria V., Hervé J., Jean-Paul M., Michel L., Katell C., Guillaume E., Sophie T., Christine L., 2007.** Alimentation séquentielle et maîtrise de l'ingestion chez le poulet de chair : effets des teneurs énergétiques et protéiques des aliments Septièmes Journées de la Recherche Avicole, Tours, 28 et 29 mars 2007 p145-p149.

- [29] **Isabelle B., Anne Marie C., Philippe L., Michel L., Maria V., Katell C., Guillaume E., Carole M., Hervé J., 2009.** Utilisation de nouvelles matières premières en alimentation séquentielle. Huitièmes Journées de la Recherche Avicole, St Malo, 25 et 26 mars 2009 p439-p443.
- [30] **Isabelle B., Bruno B., Bruno B.G., Christine L., Lucien R., Philippe L., Julien C. et Picard., 2003.** Alimentation alternée du poulet de chair mâle lourd. Cinquièmes journées de la recherche avicole, tours, 26 et 27 mars 2003.
- [31] **Isabelle B., Hervé J., Michel L., Armelle J., Jacques E., Alain C., Nicola B., 2003.** Formulation en acides gras de l'aliment poulet de chair et présentation de la carcasse. Cinquièmes journées de la recherche avicole, tours, 26 et 27 mars 2003.
- [32] **Le Douarin P., 1997.** Système Flockman : le blé entier ajuste la ration. Réussir Aviculture, 26, 23-24.
- [33] **Le journal du sorgho, 2010.** La lettre d'information de la filière sorgho. N°22-juin-juillet 2010.
- [34] **Leeson S. et Caston L.J., 1993.** Production and carcass yield of broilers using free-choice cereal feeding. Applied Poultry Research 2, 253-258.
- [35] **Lessire M., Hallouis J.M., Barrier-Guillot B., Orlando D., Champion M., Féminas N., 2003.** Prédiction de la valeur énergétique métabolisable du maïs chez le coq adulte. Cinquièmes Journées de la Recherche Avicole, Tours, 26 et 27 mars 2003.
- [36] **Leterrier C., Favreau F., Constantin P., Picard M., 2005.** Effects of various Lysine levels on growth and leg problems in meat-type chickens during sequential feeding. 7th European Symposium on Poultry Welfare, Lublin (PL), Animal Science Papers and Reports.
- [37] **Loul S., 1998.** Alimentation discontinue ou séparée en céréales chez les poulets de chair en zone tropicale. Thèse : Méd. Vét : Dakar ; 19.
- [38] **Ly C., Savane M., Seck M. T. et Faye A., 1999.** L'aviculture rurale au sud du Sénégal. Cahiers Agriculture 8 : 123-125.

- [39] **Mastika M., 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. In: D.J. Farrel (ed). Recent advances in animal nutrition in Australia, 260-282. Univ.of New England (AUS).
- [40] **MELCION J.-P., 2000.** La granulométrie de l'aliment : principe, mesure et obtention. INRA Prod. Anim., 13 (2), 81-97.
- [41] **Meunier-Salan M.C. et Picard M., 1996.** Les facteurs de choix alimentaires chez le porc et les volailles. INRA Prod. Anim. 9(5), 339-348.
- [42] **Michel L. et Bernard L., 1992.** Nutrition et alimentation des volailles. INRA, Paris,
- [43] **Ministère d'Élevage, 2009 :** Statistiques d'élevage. Dakar : DIREL
- [44] **Missohou A., Dièye P. N., Talaki E, 2002.** Rural poultry production and productivity in southern Senegal 2002. [Resoource électronique], accès internet : <http://www.lrrd14/2/miss142htm>.
- [45] **Moghadam H.K., McMillan I., Chambers J.R., Julian RJ, Tranchant C.C. 2005.** Heritability of sudden death syndrome and its associated correlations to ascites and body weight in broilers. Br Poult Sci. 46:54–57.
- [46] **Munt R.H.C., Dingle J.G., Sumpa M.G., 1995.** Growth, carcass composition and profitability of meat chickens given pellets, mash or free-choice diet. Br. Poult. Sci., 36, 277-284.
- [47] **Nathalie M., Faruk Murtala 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, St Malo, 25 et 26 mars 2009 p125-p129.
- [48] **Nga Ombede S.N., 2009.** Effets de la nature des céréales et de la taille particulière sur les performances zootechniques des poulets de chairs. Thèse : Méd. Vét : Dakar ; 18.

- [49] **Nir I. ; Melcion J.P. et Picard M., 1990.** Effect of particle size of sorghum grains on feed intake and performance of young broilers. *Poult. Sci.*, 69, 2177 - 2184.
- [50] **Nir I., Twina Y., Grossman E., Nitsan Z., 1994.** Quantitative effects of pelleting on performance gastro-intestinal tract and behaviour of meat - type chickens. *Br. Poult. Sci.*, 35, 589-602.
- [51] **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.*, 1998, 11 (5), 349-357.
- [52] **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 Productions Animales* 13, 117-130.
- [53] **Picard M., Melcion J.-P., Bouchot C., Faure J-M., 1997.** Pecking and prehension of feed particles in domestic fowls. *INRA Prod. Anim.*, 10(5), 403-414.
- [54] **Picard M., Plouzeau M., Faure J.M., 1999.** A behavioural approach to feeding broilers. *Annales de Zootechnie* 48, 233-245.
- [55] **Piron F., beckers Y., Ounissi K., Lenartz J., Théwis A., 2007.** Comparaison de quatre modalités de présentation du blé chez le poulet de chair. *Septièmes Journées de la Recherche Avicole*, Tours, 28 et 29 mars 2007 p243-p247.
- [56] **Piron F., Collin C., Bodson B., Théwis A., Beckers Y. ,2007.** Effets de l'interaction entre la dureté des grains et le mode de présentation du blé sur la digestion de l'amidon chez le poulet de chair. *Septièmes Journées de la Recherche Avicole*, Tours, 28 et 29 mars 2007 p238-p242.
- [57] **Portella F.J., Caston L.J., Leeson S., 1988.** Apparent feed particle size preference by broilers. *Canadian Journal of Animal Science* 68, 923-930.
- [58] **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 - Avril 2006 - N° 55.*

- [59] **Rose S.P. et Lambie I.T.M., 1986.** Comparison of a choice feeding regime for broilers under continuous and intermittent lighting programmes. 7^{ème} Conférence Européenne d'Aviculture, WPSA Branche française, St Cyr sur Loire (FRA), vol 2, 903-904.
- [60] **Rose S.P., Fielden M., Foote W.R., Gardin P., 1995.** Sequential feeding of whole wheat to growing broiler chickens. Br. Poultry Sci., 36, 97-111.
- [61] **Rouselle V. et Rudeaux F., 1994.** Moins de passages de chariots : une alimentation plus équilibrée. L'Aviculteur, 556, 65-67.
- [62] **Saliou N., 2006.** Ebauche d'un référentiel sur la composition chimique et valeur nutritive des matières premières utilisables en alimentation des volailles au Sénégal. Thèse de troisième cycle, UCAD Dakar: Faculté des sciences et techniques département de chimie.
- [63] **SANON P.P., 2009.** Etude comparée de la valeur nutritive du maïs et du sorgho dans l'alimentation des poulets de chair. Mémoire : Diplôme d'Ingénieur d'Élevage, Burkina Faso: Bobo – Dioulasso.
- [64] **Sauvant D., Perez J.M., Tran G., 2002.** Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage. Paris : INRA Editions-301p.
- [65] **Savory C.J., 1974.** Growth and behaviour of chicks fed on pellets or mash. British Poultry Science, 15 : 281-286.
- [66] **Smith A.J., 1992.** L'élevage de la volaille. G-P. Maisonneuve et Larose et A.C.C.T, (les techniciens de l'agriculture moderne). CTA-vol1-13-110p ; vol2-294-296p.
- [67] **SNIA, 2004.** L'utilisation pratique des grains. [Ressources électronique], accès internet : [(www.vet-lyon.fr/ens/nut/webbromato/cours/cmgrain/utilisgr.html)] (consulté le 03 / 01 / 2011).
- [68] **Teno G., 2009.** Etude des déterminants de la consommation du poulet du pays : Cas de la région de Dakar. Thèse : Méd. Vét : Dakar ; 36.

- [69] **Traoré E.H., 2006.** Première évaluation de la structure et de l'importance du secteur avicole commercial et familial en Afrique de l'Ouest : rapport du Sénégal. F.A.O.: 2006, Réédité en juin 2008.
- [70] **Turro I., Porter R.H., Picard M., 1994.** Olfactory cues mediate food selection by young chicks. *Physiology et Behavior* 55(4), 761-767.
- [71] **UNAFSA, 2009.** Communication aux deuxièmes Journées Techniques Avicoles de l'UOFA – UEMOA. Dakar : 16 – 17 – 18 juin 2009.
- [72] **Wauters A.M., Bourdillon A., Richard M.A., Melcion J.P., Picard M., 1997.** Choix de particules alimentaires chez le poussin : effet de la taille et de la composition. *Journées de la Recherche Avicole*, 2, 201-204.
- [73] **Wellars H., 1980.** Contribution à l'étude des contraintes au développement de l'aviculture moderne dans la région de Dakar : Aspects techniques et institutionnels. Thèse : Méd. Vét : Dakar ; 18.
- [74] **Xavier GAUTIER., 2008.** Le sorgho français à sa place sur le marché européen. Conférence de presse sorgho – paris maillot – 08.02.08.
- [75] **Yo T., Picard M., Guerin H., Dauvilliers P., 1994.** Essai d'alimentation séparée des poulets de chair en zone tropicale. IDESSA- BOUAKE (Côte d'Ivoire). *Revue. Med. Vét. Pays Trop.* 47(3) 319-327.
- [76] **Yo T., Siegel P.B., Guérin H., Picard M., 1997.** Self selection of dietary protein and energy by broilers grown under a tropical climate: effect of feed particle size on the feed choice. *Poult. Sci.*, 76, 1467-1473.

ANNEXES

SERMENT DES VETERINAIRES DIPLOMES DE DAKAR

« Fidèlement attaché aux directives de **Claude BOURGELAT**,

Fondateur de l'enseignement vétérinaire dans le monde, je promets et je jure devant mes maîtres et mes aînés :

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

**« QUE TOUTE CONFIANCE ME SOIT RETIREE S'IL ADVIENT QUE JE
ME PARJURE».**

**EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER ET BROYE EN ALIMENTATION
SEQUENTIELLE ET MELANGEE SUR LES PERFORMANCES
ZOOTECNIQUES DU POULET DE CHAIR AU SENEGAL
(PERIODE FROIDE)**

RESUME

Cet essai s'est déroulé dans un poulailler à l'EISMV de Dakar pendant la période de mars à avril 2011. L'objectif de cet essai est de mettre en évidence les effets du maïs grain entier et broyé en alimentation séquentielle et mélangée sur les performances zootechniques des poulets de chair au Sénégal. Cette étude a porté sur 289 poussins de souche Cobb 500 non sexés répartis de façon homogène en quatre traitements subdivisés en trois sous – traitements chacun.

Les poids vifs obtenus ont été de 2280,80 g, de 2380,97 g, de 2502,42 g et de 2497,98 g avec des GMQ de 61,27 g / j, de 65,85 g / j, de 69,78 ± 3,84 g / j et de 68,41 g / j. respectivement chez les oiseaux des traitements T1, T2, T3 et T4.

Les consommations alimentaires étaient de 69,50 kg, de 70,53 de kg, de 75,80 kg et de 75,62 kg et les indices de consommation de 2,24, de 2,13, de 2,09 et de 2,09 respectivement chez les sujets des traitements T1, T2, T3 et T4.

Des poids carcasses obtenus ont été de 1953,42 g, de 1988,21 g, de 2089,94 g et 2130,75 g avec des rendements carcasses de 85,15 %, de 82,67 %, de 83,72 % et de 85,21 % respectivement chez les oiseaux des traitements T1, T2, T3 et T4

Sur les plans zootechnique et économique, les résultats de l'alimentation séquentielle ont été meilleurs résultats par rapport à ceux de l'alimentation mélangée. Ces résultats sont encore plus intéressants avec le maïs grain entier. Il faut dire que l'alimentation séquentielle avec les grains entiers de maïs est une stratégie nutritionnelle d'avenir, néanmoins les travaux de recherche doivent continuer pour valider cette approche alimentaire en milieu réel.

Mots clé : **Maïs – alimentation séquentielle et mélangée – performances zootechniques – poulet de chair**

Adresse de l'auteur :08 BP 1883 Abidjan – Côte d'Ivoire

E – mail : mouhamadou.kone@yahoo.fr ou konemhd@gmail.com

Cel : 00225 09 90 11 38 (Abidjan)