

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERINAIRES

(E.I.S.M.V)



ANNEE 2012

N° 4

EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER OU BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE OU MELANGEE SUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE DES POULETS DE CHAIR AU SENEGAL (période chaude)

THESE

Présentée et soutenue publiquement le 07 Mars 2012 à 10h00 devant
la Faculté de Médecine, de pharmacie et d'Odonto-Stomatologie de
Dakar pour obtenir le grade de **Docteur Vétérinaire**

(DIPLOME D'ETAT)

Par

ZERBO Lamouni Habibata

Née le 04 Décembre 1986 à Ouagadougou (Burkina Faso)

JURY

PRESIDENT:	M.Emmanuel BASSENE	Professeur à la faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odonto- stomatologie de Dakar
DIRECTEUR DE THESE:	M. Ayao MISSOHOU	Professeur à L'EISMV de Dakar
RAPPORTEUR DE THESE :	M. Moussa ASSANE	Professeur à L'EISMV de Dakar
MEMBRE:	M. Yaghoub KANE	Maitre de conférences agrégé à l'EISMV de Dakar



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

COMITE DE DIRECTION

LE DIRECTEUR GENERAL

- **Professeur Louis Joseph PANGUI**

LES COORDONNATEURS

**Coordonnateur des Stages et
de la Formation Post-Universitaire**

- **Professeur Germain Jérôme SAWADOGO**
- **Professeur Moussa ASSANE**
Coordonnateur des Etudes
- **Professeur Yalacé Yamba KABORET**
Coordonnateur de la Coopération Internationale
- **Professeur Serge Niangoran BAKOU**
Coordonnateur Recherche / Développement

Année Universitaire 2011-2012

PERSONNEL ENSEIGNANT

☞ PERSONNEL ENSEIGNANT E.I.S.M.V

☞ PERSONNEL VACATAIRE (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
M. Jean Narcisse KOUAKOU	Moniteur
M.Mahamadou CHAIBOU	Moniteur

2. CHIRURGIE –REPRODUCTION

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

3. ECONOMIE RURALE ET GESTION

Cheikh LY	Professeur (<i>en disponibilité</i>)
M. Walter OSSEBI	Docteur Vétérinaire Vacataire

4. PHYSIOLOGIE-PHARMACODYNAMIE-THERAPEUTIQUE

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

5. PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES

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

6. ZOOTECHNIE-ALIMENTATION

Ayao MISSOHOU	Professeur
Simplice AYSSIWEDE	Assistant
M. Célestin MUNYANEZA	Moniteur
M. fidèle ATAKOUN	Moniteur

B. DEPARTEMENT DE SANTE PUBLIQUE ET ENVIRONNEMENT

CHEF DE DEPARTEMENT : Rianatou BADA ALAMBEDJI, Professeur

SERVICES

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

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

2. MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE-PATHOLOGIE INFECTIEUSE

Rianatou BADA ALAMBEDJI	Professeur
Philippe KONE	Maître - Assistant
Mr Passoret VOUNBA	Docteur Vétérinaire Vacataire
Melle Fausta DUTUZE	Monitrice

3. PARASITOLOGIE-MALADIES PARASITAIRES-ZOOLOGIE APPLIQUEE

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

4. PATHOLOGIE MEDICALE-ANATOMIE PATHOLOGIQUE- CLINIQUE AMBULANTE

Yalacé Yamba KABORET	Professeur
Yaghouba KANE	Maître de conférence agrégé
Mireille KADJA WONOU	Maître - Assistante
M. Richard MISSOKO MABEKI	Docteur vétérinaire vacataire
M. Mor Bigué DIOUF	Moniteur
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

Assiongbon TEKOU AGBO	Chargé de recherche
Gilbert Komlan AKODA	Maître - Assistant
Mr Abdou Moumouni ASSOUMY	Assistant
M. Richard HABIMANA	Moniteur

C. DEPARTEMENT COMMUNICATION

CHEF DE DEPARTEMENT : Yalacé Yamba KABORET, Professeur

SERVICES

1. BIBLIOTHEQUE

Mme Mariam DIOUF Vacataire

2. SERVICE AUDIO-VISUEL

Bouré SARRTechnicien

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

D. SCOLARITE

Mr Théophraste LAFIA
Mlle Aminata DIAGNE

Vacataire
Assistante de Directeur

II. PERSONNEL VACATAIRE (Prévu)

1. BIOPHYSIQUE

Boucar NDONG
Faculté de Médecine et de Pharmacie
UCAD

Assistant

2. BOTANIQUE

Dr Kandiouira 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

Alpha SOW

El Hadji Mamadou DIOUF

Docteur Ingénieur ;
ENSA-THIES
Docteur vétérinaire vacataire
PASTAGRI
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

IV. PERSONNEL ENSEIGNANT CPEV

1. MATHEMATIQUES

Abdoulaye MBAYE

Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

2. PHYSIQUE

Amadou DIAO

Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

⌘ Travaux Pratiques

Oumar NIASS

Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

3. CHIMIE ORGANIQUE

Aboubacary SENE

Maître - Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

4. CHIMIE PHYSIQUE

Abdoulaye DIOP
Mame Diatou GAYE SEYE

Maître de Conférences
Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

⌘ Travaux Pratiques de chimie

Assiongbon TECKO AGBO

Assistant
EISMV – DAKAR

⌘ Travaux Dirigés de CHIMIE

Momar NDIAYE

Maître - Assistant
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

5. BIOLOGIE VEGETALE

Dr Aboubacry KANE
Dr Ngansomana BA

Maître - Assistant (Cours)
Assistant Vacataire (TP)
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

6. BIOLOGIE CELLULAIRE

Serge Niangoran BAKOU

Maître de conférences agrégé
EISMV – DAKAR

7. EMBRYOLOGIE ET ZOOLOGIE

Malick FALL

Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

8. PHYSIOLOGIE ANIMALE

Moussa ASSANE

Professeur
EISMV – DAKAR

9. ANATOMIE COMPAREE DES VERTEBRES

Cheikh Tidiane BA

Professeur
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

10. BIOLOGIE ANIMALE (Travaux Pratiques)

Serge Niangoran BAKOU

Maître de conférences agrégé
EISMV – DAKAR

Oubri Bassa GBATI

Maître - Assistant
EISMV – DAKAR

Gualbert Simon NTEME ELLA

Assistant
EISMV – DAKAR

11. GEOLOGIE :

⌘ FORMATIONS SEDIMENTAIRES

Raphaël SARR

Faculté des Sciences et Techniques

Maître de Conférences
UCAD

⌘ HYDROGEOLOGIE

Abdoulaye FAYE

Maître de Conférences
Faculté des Sciences et Techniques
UCAD

DEDICACES

JE RENDS GRÂCE A L'ÉTERNEL DIEU POUR M'AVOIR ASSISTÉE, PROTÉGÉE, GUIDÉE TOUT AU LONG DE MES ANNÉES D'ÉTUDE.

« L'Éternel est mon berger, et je ne manquerais de rien »

JE DEDIE CE MODESTE TRAVAIL :

A mes défunts grands-parents,

ZERBO Dion, ZERBO Drissa, ZERBO Lamouni,

je ne vous ai pas tous connus, mais je garde toujours une pensée pour vous dans mes prières. Que la terre vous soit légère.

A ma grande mère,

DRABO Tionlô,

merci pour vos prières et bénédictions, je me rappelle que votre souci majeur était par rapport à la durée de mes études. Six ans ont passé et voilà que je retourne en bonne santé vous retrouver, je rends grâce à Dieu pour cela. Je vous souhaite une longue vie pour voir vos arrières petits fils.

A ma mère ADIDIATA ZERBO,

Je ne saurai comment vous dire maman chérie, tout l'amour, la reconnaissance et l'admiration que j'ai pour vous. M'ma, tes conseils, tes prières, ton amour et tes bénédictions n'ont cessé de me redonner le courage et la force d'avancer malgré tous ces obstacles rencontrés. Maman, je pense que le prénom que je porte en hommage à ma grande mère LAMOUNI a beaucoup influencé sur cette relation de complicité qui nous lie ! Maman, puisse ce travail être pour vous le début de la reconnaissance de vos efforts et le gage de ma profonde affection. Merci pour l'éducation que vous nous avez donnée. Je t'aimerai toujours, longue vie à toi ma mère chérie. Je t'aime énormément.

A mon père YOUMA ZERBO,

Mon papa chéri, aucun mot ne serait assez grand pour vous remercier d'avoir toujours été présent pour nous malgré vos nombreuses occupations. J'ai tellement, d'admiration pour vous ; quand je vois votre parcours je suis convaincu que seul le travail fait l'Homme. On dit toujours que l'enfant doit faire mieux que ses parents, mais papa vous placez la barre

tellement haute que je me demande comment faire mieux que vous ? Déjà petite vous avez toujours accepté nos choix tout en nous orientant et en nous faisant prendre conscience que nous étions maîtres de nos vies d'où ce sens de responsabilité très prononcé dont nous faisons montre dans nos actions quotidiennes. Ce travail marque le début de tant d'autres à venir. J'espère ne pas faillir à ma promesse, et vous rendre davantage fier. Merci Papa, que DIEU te donne longue vie, beaucoup de santé, de joie, beaucoup de petits fils et arrières petits enfants. Je t'aimerai toujours.

A mes sœurs et frère,

Maïmouna Y. ZERBO, Ahmed D. ZERBO, Aïcha T. ZERBO, Djemila A. ZERBO, merci d'avoir toujours été là pour moi. Puisses Dieu nous garder toujours unis dans la santé, l'amour, la fraternité et que nous puissions devenir de grands baobabs sous lesquels nos parents pourront se reposer et bénéficier des efforts de leurs sacrifices. Soyez rassurés de mon soutien et de mon amour infaillible. Je vous invite à faire mieux que nos parents. Je vous aime énormément.

A mes neveux et nièces,

Particulièrement à **Fadel Abdel Dion N' ZON**, je prie tous les jours pour que le bon Dieu te donne une longue vie remplie de santé, de joie, d'amour, de réussite et qu'il nous garde en vie pour toujours pourvoir à tes besoins et à ton bien être, je t'aime très fort.

A toi mon amour,

Oualyou W.S. Ouermi les mots me manquent pour te dire combien je t'aime, je ne remercierai jamais assez le bon Dieu de t'avoir mis sur mon chemin et de m'avoir fait prendre conscience que tu étais celui qui m'a toujours été destiné. Que Dieu fasse grandir cet amour mutuel que nous nous portons et qu'il nous garde ensemble dans la sincérité, l'amour, la compréhension, le soutien et qu'il nous donne la chance de voir la réalisation de tous ces projets qui nous animent !

A mon bout de chou,

Mon trésor, ma chance, mon amour, tu n'es pas encore là, mais tu remplis déjà ma vie de joie, de bonheur, puisse le seigneur veiller sur toi et faire que tu bénéficies de tout ce qu'il ya de bien en nous. J'espère que nous serrons à la hauteur de nos parents pour te transmettre de bonnes valeurs et pourvoir à tous tes besoins. J'ai hâte de te tenir, nous t'aimons très fort.

A mes oncles, tantes, cousins, cousines et à toute la famille ZERBO,

Merci pour vos prières, et pour votre soutien. Je suis si fière de porter ce précieux nom.

A Virginie PARE,

Que ton âme repose en paix. Tu es toujours dans mes pensées et prières je ne t'oublierais jamais.

A mon beau frère *KIENTEGA Parfait*,

Ton prénom me dit que tu es la personne parfaite pour mon amour de grande sœur. Que Dieu vous unisse à tout jamais et sachez que vous pourrez toujours compter sur nous. Heureux ménage !

A ma belle sœur ZERBO Batôma,

Bienvenue dans la famille, j'espère que votre union a été scellée pour toujours et que vous parviendrez à réaliser vos projets dans la joie, la santé, le bonheur et l'entente. Que le bon Dieu vous garde.

A mes complices, sœurs, amies et collègues,

Dr Amina G. SOUMAILA et Gisèle N. PARE,

Nous avons traversé tellement de choses ensemble, partager des moments de joie, de stress, de nuits blanches, de soutien, d'amour, de peines, de disputes que je me demande comment je ferais sans vous, vous avez toujours eu les mots qu'il faut au moment qu'il faut. J'ai trouvé en vous une famille. Soyez rassuré que la fin de ces années d'étude ne marque point la fin de ces liens si forts que nous avons tissé. Que Dieu veille sur vous, sur vos familles, sur vos projets, et qu'il nous garde amies, sœurs pour toujours. Je vous aime !

A Madame Ruthe OUEDRAOGO,

Je n'oublie pas que vous avez été celle qui a lutté pour que je sois accepté à l'école pour la première fois. Merci pour ce geste. Longue vie à vous.

A la famille Dâ, la famille Ouattara, la famille Traoré, la famille Diarra,

Merci de m'avoir fait vivre des moments agréables.

Au personnel de l'ambassade du Burkina Faso à Dakar et à son Excellence Mr l'ambassadeur,

Merci pour votre soutien, votre collaboration et vos conseils.

A mes frères et sœurs burkinabés de promotion, DICKO Amadou, SIE B. Paton, TAPSOBA Mamounata, PARE N. Gisèle,

Merci pour tous ces moments partagés que Dieu veille sur vos projets et sur nos prochaines collaborations.

A mes frères et sœurs de l'Amicale des Étudiants vétérinaires Burkinabé de Dakar (AEVBD),

Retenez que seule l'union fait la force, et que nulle ne peut prétendre vivre sans les autres, vous rehaussez tellement l'image du Burkina Faso à travers votre comportement exemplaire et votre amour du travail. Courage et bonne chance montrez la voie aux nouveaux. Merci à tous.

A mes aînés et frères, Dr ALLANONTO Victor, Dr Coulibaly Zié, Dr KONE, Dr MABEKI Richard, Dr TIALA Dieudonné, Dr Adjé Koffi Jean François, Dr Joé DOUMANA,

Merci pour vos conseils, pour votre aide et pour toute cette attention à mon égard je vous dis merci du fond du cœur.

A mes amis (e)s, TRAORE Awa, ONADJA Adèle, ONADJA Adeline, ZAMPALIGRE Rachel, YAMEOGO Sandra, TCHEGNONSI Diane, YOUGBARE Bernadette, COMBARY Alima, SOULAMA Sidiki, DIARRA Atou, TOE Georgette, BAMBARA Youssef, NIKIEMA Donald, PALE Pélagie, OUEDRAOGO Gérard, SANOU Thierry, ZONGNABA Narcisse, DABO Aziz, DAHOUROU Dieudonné, ROUAMBA Constant,

Merci pour tous ces moments, pour cette complicité, pour tous ces conseils, pour cette fraternité, merci d'être présent à tous les moments de ma vie malgré la distance. Bonne chance à chacun de vous dans toutes vos entreprises vous êtes à jamais gravés dans mon cœur et dans ma mémoire.

A la 39^{ième} promotion de l'EISMV,

La promotion AMETH AMAR, en souvenir des moments passés ensemble.

A notre parrain Mr AMETH AMAR,

Vous êtes un exemple pour nous, merci pour tout.

A notre professeur accompagnateur le Pr AYao MISSOHOU,

Merci pour cette confiance que vous nous avez accordée et d'avoir en grande partie contribué à la réalisation de notre voyage d'études en France et à notre baptême de promotion. J'ai beaucoup d'admiration pour vous et je vous souhaite longue vie.

A Taher Chégou MAINA,

Merci pour tout que Dieu veille sur toi et sur tes projets. Je garde de beaux souvenirs.

A PARE N. Gisèle, Anta DIAGNE, MUYANEZA Célestin, ATAKOUN Fidèle, ZOUAKA Élysée, Dr KONE, TRAORE Albert, ROUAMBA Constant, DIANELLI, FAGA Paternelle, Dr COULIBALY Zié, Dr SENIN Valéry, Dr ALLANONTO Victor, SADISSOU Alassane Merci pour votre aide tout au long du déroulement de mes travaux de thèse. Que Dieu vous garde.

A l'AEVD,

Merci de toujours défendre la cause des étudiants.

A mon pays, le Burkina Faso,

Ce travail est ma modeste contribution à ton édification.

Au Sénégal, pays hôte, merci pour tout.

Au groupe INFOGENIE, merci pour tout ce que vous faites pour les étudiants vétérinaires.

A vous tous si nombreux que je n'ai pas cité, sachez que ce travail est aussi le vôtre et je vous serai éternellement reconnaissant. Merci

REMERCIEMENTS

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

- Au **Pr Ayao MISSOHOU**
- Au **Dr AYISSIWEDE Simplicie**
- Au **Pr Germain J. SAWADOGO**, merci pour votre accueil, votre parrainage et vos sages conseils.
- Au **Pr Yamba Yalacé KABORET**
- Au **Pr BADA R. ALAMBEDJI**, vous avez été une mère pour moi. Merci
- Au **Dr Adama SOW**, merci pour vos conseils.
- A mes aînés docteurs : **Amadou Bâ, Élise OULON, Dieudonné TIALA**, merci pour vos conseils.
- A la famille **DIARA du Sénégal**, pour leur hospitalité. Vous êtes une famille pour moi.
- A l'**AEVBD**
- A la paroisse **St Joseph et St Dominique** : pour la formation spirituelle.
- **A mes amis (e)s et camarades de promotions** vous êtes si nombreux que je ne vous citerais pas de peur d'en oublier certain, merci à tous et bonne chance dans la vie professionnelle et sociale.
- A mes promotionnaires du **Master II Santé publique option qualité des aliments de l'Homme**, pour l'ambiance de fraternité et de camaraderie qui a régné entre nous.
- Au **personnel de l'EISMV**
- A la **famille PARE**
- A la **famille OUATARA**
- A la **famille SOUMAILA**
- A la **famille OUERMI**
- Aux **Dr ALLANONTO Victor, Dr MABEKI Richard** pour votre aide et votre encadrement dans ces travaux de thèse.
- Au **personnel de la bibliothèque de l'EISMV**
- **Et à tous ceux qui de loin ou de près m'ont aidé à réaliser ce modeste travail.**

A NOS MAITRES ET JUGES

A notre Maître et Président de jury, Monsieur Emmanuel BASSENE, Professeur à la Faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odonto - Stomatologie de Dakar,

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

Votre approche facile et cordiale faite d'humilité et la spontanéité avec laquelle vous avez accédé à notre sollicitation nous ont marqué. Soyez assuré, honorable président, de notre éternelle reconnaissance.

A notre Maître et Directeur de thèse, Monsieur Ayao MISSOHOU, Professeur à l'EISMV de Dakar.

Homme des sciences, vous avez initié ce travail et l'avez encadré. Votre modestie et votre amour du travail bien fait sont des qualités que nous avons découvertes tout au long de nos études à l'EISMV et de notre séjour dans votre service.

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

A notre Maître et Rapporteur de thèse, Monsieur ASSANE Moussa, Professeur à l'EISMV de Dakar.

Délaissant vos occupations multiples, vous avez accepté de rapporter ce travail de thèse. Cher maître, nous en sommes émus. Cet honneur que vous nous faites est la preuve de vos qualités intellectuelles et surtout humaines qui imposent respect et admiration.

Profonde gratitude, respectueuse considération et vive admiration.

**A notre Maître et Juge, Monsieur Yaghoub KANE,
Maître de conférences agrégé à l'EISMV de Dakar.**

Nous sommes très sensibles à l'honneur que vous nous faites en acceptant spontanément de juger ce travail. Votre extrême sollicitude à l'endroit de vos étudiants, vos conseils de sage et la qualité de vos enseignements sont pour nous un trésor. Nous vous disons merci.

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

LISTE DES ABREVIATIONS

EISMV :	Ecole Inter Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires
FAO :	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FCFA :	Franc de la Communauté Financière Africaine
GMQ :	Gain Moyen Quotidien
h:	Heure
ISA :	Institut de Sélection Animale
IC :	Indice de consommation
IEMVT :	Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des pays Tropicaux
INRA :	Institut National de Recherches Agronomiques
J:	Jour
Kcal :	Kilocalorie
Kg :	Kilogramme
MB :	Marge Brute
MMN :	Marge Monétaire Nette
MS :	Matières Sèche
NMA :	Nouvelle Minoterie Africaine
SEDIMA :	Sénégalaise de Distribution de Matériel Avicole
SPSS:	Statistical Package for the Social Science
TDN :	Total Digestible Nutriment

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Localisation et effets de quelques enzymes participant à la digestion chez les volailles	10
Tableau II : Consommation d'eau et d'aliment en fonction de l'âge	13
Tableau III : Besoins du poulet de chair en protéines, lysine et en acides aminés soufrés selon l'âge (en g/100 g de gain de poids)	19
Tableau IV : Composition chimique du maïs récolté au Sénégal.....	22
Tableau V : Coefficient de digestibilité établis pour le maïs	22
Tableau VI : Teneur du maïs en différents acides aminés.....	23
Tableau VII : Composition chimique de quatre souches de sorgho cultivées en 1976 au Sénégal	25
Tableau VIII : Teneur du sorgho en différents acides aminés	26
Tableau IX : Programme de prophylaxie appliquée	51
Tableau X : Conduite de la transition alimentaire	54
Tableau XI : Matières premières et lieu d'achat.....	54
Tableau XII : Composition et caractéristiques des aliments	57
Tableau XIII : Evolution de la température et de l'hygrométrie dans le poulailler	61
Tableau XIV : Effets du maïs grain ou broyé en alimentation mélangée ou séquentielle sur le poids vif moyen des poulets en fonction du temps et des différents traitements.....	63
Tableau XV : Effets du maïs grain entier ou broyé en alimentation mélangée ou séquentielle sur le gain moyen quotidien des oiseaux en fonction du temps et des traitements	64
Tableau XVI : Effets du maïs grain ou broyé en alimentation mélangée ou séquentielle sur la consommation alimentaire (CA) des oiseaux en fonction du temps et des traitements.....	66

Tableau XVII : Effets du maïs grain entier ou broyé en alimentation mélangée ou séquentielle sur l'indice de consommation des oiseaux.....	68
Tableau XVIII : Effets du maïs grain entier ou broyé en alimentation mélangée ou séquentielle sur les caractéristiques d'abattage des oiseaux	70
Tableau XIX : Effets du maïs grain ou broyé en alimentation mélangée ou séquentielle sur la mortalité chez les oiseaux	71
Tableau XX : Analyse de la rentabilité économique des poulets nourris au maïs grain entier ou broyé en alimentation séquentielle ou mélangée.....	72

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Vue latérale du tractus digestif du poulet après autopsie	4
Figure 2 : Notion de besoins nutritionnels	12
Figure 3 : Flux énergétiques	15
Figure 4 : Principales stratégies nutritionnelles chez les oiseaux	35
Figure 5 : Installation des poussins après leur arrivée.....	50
Figure 6 : Poussin à trois semaines d'âge portant une bague d'identification	52
Figure 7 : Mise en lots des poussins.....	52
Figure 8 : Pesée individuelle hebdomadaire.....	53
Figure 9 : Schéma de la répartition des sous traitements dans le poulailler.....	53
Figure 10 : Maïs broyé mélangé au concentré protéique (T1)	55
Figure 11 : Maïs entier mélangé au concentré protéique (T2)	55
Figure 12 : Maïs broyé + concentré protéique en mode séquentiel (T3)	56
Figure 13 : Maïs entier + concentré protéique en mode séquentiel (T4)	56
Figure 14 : Schéma de distribution de la ration en mode séquentiel.....	57
Figure 15 : Effets du maïs grain entier ou broyé en alimentation mélangée ou séquentielle sur le poids vif moyen des oiseaux en fonction du temps et des traitements.....	62
Figure 16 : Effets du maïs grain entier ou broyé en alimentation mélangée ou séquentielle sur le gain moyen des oiseaux en fonction du temps et des traitements	64
Figure 17 : Effets du maïs grain entier ou broyé en alimentation mélangée ou séquentielle sur la consommation alimentaire (CA) des oiseaux en fonction du temps et des différents traitements.....	66
Figure 18 : Effets du maïs grain entier ou broyé en alimentation mélangée ou séquentielle sur l'indice de consommation alimentaire des oiseaux en fonction du temps et des différents traitements.....	67
Figure 19 : Effet de la taille particulière et du mode d'alimentation sur le poids carcasse moyen des animaux des quatre traitements.....	69

Figure 20 : Effet du maïs grain entier ou broyé en alimentation mélangée ou séquentielle sur le rendement carcasse des animaux des quatre traitements..... 70

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
PREMIERE PARTIE	3
CHAPITRE I : ALIMENTATION DU POULET DE CHAIR AU SENEGAL.....	4
I.1. ANATOMIE DE L'APPAREIL DIGESTIF DU POULET	4
I.1.1. Bec	5
I.1.2. Cavité buccale	5
I.1.3. Œsophage	5
I.1.4. Jabot.....	6
I.1.5. Proventricule	6
I.1.6. Gésier	6
I.1.7. Duodénum	7
I.1.8. Jéjunum	7
I.1.9. Caecum	7
I.1.10. Rectum	7
I.1.11. Glandes annexes du tube digestif	8
<i>I.1.11.1. Pancréas</i>	<i>8</i>
<i>I.1.11.2. Foie.....</i>	<i>8</i>
I.2. DIGESTION CHEZ LA VOLAILLE	8
I.3. GENERALITES SUR L'ALIMENTATION ET LES BESOINS ALIMENTAIRES DU POULET DE CHAIR.....	11
I.3.1. Généralités sur l'alimentation	11
I.3.2. Besoins alimentaires du poulet de chair	11

<i>I.3.2.1. Besoins en eau</i>	12
<i>I.3.2.2. Besoins en énergie</i>	14
<i>I.3.2.3. Besoins en protéines</i>	15
<i>I.3.2.4. Besoins en minéraux</i>	16
<i>I.3.2.5. Besoins en oligo-éléments</i>	17
<i>I.3.2.6. Besoins en vitamines</i>	17
<i>I.3.2.7. Besoins en cellulose</i>	18
I.4. FACTEURS DE VARIATION DES BESOINS	18
I.4.1. Age	18
I.4.2. Souche	19
I.4.3. Conditions d'ambiance	19
CHAPITRE II : QUALITES BROMATOLOGIQUES DES PRINCIPALES CEREALES UTILISEES DANS L'ALIMENTATION DES VOLAILLES	21
II.1. MAÏS	21
II.1.1. Composition chimique	21
II.1.2. Digestibilité	22
II.1.3. Valeur énergétique	23
II.1.4. Valeur protéique	23
II.1.5. Facteurs antinutritionnels	24
II.2. SORGHO	24
II.2.1. Composition chimique	24
II.2.2. Digestibilité	25
II.2.3. Valeur énergétique	25

II.2.4. Valeur protéique.....	26
II.2.5. Facteurs antinutritionnels	26
II.3. MILS.....	27
II.3.1. Composition chimique	27
II.3.2. Digestibilité	28
II.3.3. Facteurs antinutritionnels	28
CHAPITRE III : GRANULOMETRIE DES ALIMENTS ET LES METHODES DE DISTRIBUTION DES CEREALES ENTIERES.....	29
III.1. COMPORTEMENT ALIMENTAIRE DES OISEAUX.....	29
III.2.GRANULOMETRIE	29
III.2.1. Effets de la granulométrie sur le processus digestif	30
III.2.2. Effets de la granulométrie sur les performances du poulet de chair	32
III.2.3. Effets de la granulométrie sur l'ingestion alimentaire et l'indice de consommation	33
III.3. PRINCIPALES STRATEGIES NUTRITIONNELLES ET EFFETS DE LA TAILLE PARTICULAIRE SUR LES PERFORMANCES DES POULETS DE CHAIR.....	34
III.3.1. Alimentation complète classique	35
<i>III.3.1.1. Alimentation complète classique en farine distribuée ad libitum en élevage des poulets de chair en zone tropicale.....</i>	<i>35</i>
<i>III.3.1.2. Limites de l'alimentation complète classiqu</i>	<i>36</i>
III.3.2. Alimentation mélangée.....	37
<i>III.3.2.1. Avantages</i>	<i>37</i>
<i>III.3.2.2. Inconvénients.....</i>	<i>38</i>
III.3.3. Alimentation séparée dans l'espace	39
<i>III.3.3.1. Avantages</i>	<i>39</i>

<i>III.3.3.2. Inconvénients</i>	39
III.3.4. Alimentation séquentielle	40
<i>III.3.4.1. Avantages</i>	40
<i>III.3.4.2. Inconvénients</i>	42
III.4. DONNEES SUR LES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES OBTENUES AVEC L'UTILISATION DES CEREALES ENTIERES EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE CHEZ LE POULET DE CHAIR	42
III.4.1. Ingestion alimentaire	42
III.4.2. Performances de croissance et d'engraissement	43
III.4.3. Indice de consommation	44
III.4.4. Caractéristiques de la carcasse	45
DEUXIEME PARTIE	47
CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES	48
I. MATERIEL	48
I.1. PERIODE ET LIEU D'ETUDE	48
I.2. CHEPTEL EXPERIMENTAL	48
I.3. MATERIEL D'ELEVAGE ET DE CONTROLE DES PERFORMANCES	48
II. METHODES	49
II.1. CONDUITE DE L'ELEVAGE	49
II.1.1. Préparation du bâtiment d'élevage	49
II.1.2. Arrivée des poussins	49
II.1.3. Transfert, identification et mise en lot des poussins	51
II.1.4. Eclairage du bâtiment	53
II.1.5. Aliments et alimentation des animaux	53
II.1.6. Paramètres étudiés	58
<i>II.1.6.1. Paramètres d'ambiance</i>	58

<i>II.1.6.2. Paramètres sanitaires</i>	58
<i>II.1.6.3. Performances zootechniques</i>	58
<i>II.1.6.3.1. Consommation alimentaire</i>	58
<i>II.1.6.3.2. Poids vif</i>	58
<i>II.1.6.3.3. Gain moyen quotidien (GMQ)</i>	59
<i>II.1.6.3.4. Indice de consommation</i>	59
<i>II.1.6.3.5. Rendement carcasse (RC)</i>	59
<i>II.1.6.3.6. Evaluation économique</i>	59
<i>II.1.6.3.7. Analyse statistique des données</i>	60
CHAPITRE II : RESULTATS	61
II.1. PARAMETRES D'AMBIANCE	61
II.2. EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER OU BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE OU MELANGEE SUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE DES POULETS DE CHAIR	61
II.2.1. Evolution du poids vif	61
II.2.2. Evolution du gain moyen quotidien	63
II.3. EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER OU BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE OU MELANGEE SUR LA CONSOMMATION ALIMENTAIRE ET L'INDICE DE CONSOMMATION DES POULETS DE CHAIR	65
II.3.1. Evolution de la consommation alimentaire	65
II.3.2. Evolution de l'indice de consommation	66
II.4. EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER OU BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE OU MELANGEE SUR LES CARACTERISTIQUES DE CARCASSES DES POULETS DE CHAIR	67
II.5. EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER OU BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE OU MELANGEE SUR LES MORTALITES CHEZ LES POULETS DE CHAIR	71
II.6. EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER OU BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE OU MELANGEE SUR LA RENTABILITE ECONOMIQUE	71

CHAPITRE III : DISCUSSION	73
III.1. EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER OU BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE OU MELANGEE SUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE DES POULETS DE CHAIR.....	73
III.1.1. Effets de la taille particulière sur le poids vif et le gain moyen quotidien.....	74
III.1.2. Effets comparés de l'alimentation séquentielle ou mélangée sur le poids vif et le gain moyen quotidien	74
III.2. EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER OU BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE OU MELANGEE SUR LA CONSOMMATION DES POULETS DE CHAIR	74
III.2.1. Effets de la taille particulière sur la consommation alimentaire	74
III.2.2. Effets comparés de l'alimentation séquentielle ou mélangée sur la consommation alimentaire	75
III.3. EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER OU BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE OU MELANGEE SUR L'INDICE DE CONSOMMATION DES POULETS DE CHAIR.....	76
III.3.1. Effets de la taille particulière sur l'indice de consommation	76
III.3.2. Effets comparés de l'alimentation séquentielle et mélangée sur l'indice de consommation	77
III.4. EFFETS DU MAÏS ENTIER OU BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE OU MELANGEE SUR LES CARACTERISTIQUES DE CARCASSE DES POULETS DE CHAIR.....	77
III.4.1. Effets de la taille particulière sur les caractéristiques de carcasses des poulets de chair	77
III.4.2. Effets comparés de l'alimentation séquentielle et mélangée sur les caractéristiques de carcasses des poulets de chair	78
III.5. EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER OU BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE OU MELANGEE SUR LA MORTALITE CHEZ LE POULET DE CHAIR	78
III.6. EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER OU BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE OU MELANGEE SUR LA RENTABILITE ECONOMIQUE.....	79
III.7. RECOMMANDATIONS	80
III.7.1. Aux chercheurs	80
III.7.2. Aux aviculteurs et aux agriculteurs	80

III.7.3. Aux fabricants d'aliments.....	80
III.7.4. A l'Etat Sénégalais.....	80
CONCLUSION.....	81
REFERENCES BIBIOGRAPHIQUES.....	83

INTRODUCTION

Depuis la fin de la seconde guerre mondiale, l'aviculture s'est partout développée pour devenir dans de nombreux pays la première production animale tant par le volume des viandes produites que par le tonnage des aliments composés. La consommation des produits avicoles a régulièrement augmenté sans être nulle part entravée ni par les interdits religieux, ni par des traditions culinaires (**LARBIER et LECLERQ, 1992**). C'est ainsi qu'en 1997, la production mondiale de volaille s'est élevée à 51 millions de tonnes. En cinq ans (de 1992 à 1997), cette production a augmenté de 40 % alors que pendant la même période, les productions de viande bovine et ovine ont diminué de 5 % et 8 % respectivement (**CARDINALE et al., 2000**).

Aujourd'hui, l'alimentation est le moyen le plus important de maîtrise des coûts de production et de la qualité des produits. Au Sénégal, la part de l'aliment dans le prix de revient des volailles est de 70 % et la recherche perpétuelle des meilleurs résultats économiques pousse les scientifiques et les industriels de la filière avicole vers la recherche de l'optimum nutritionnel (**ITAVI, 2002**).

Les céréales qui représentent près de 60 % de la composition de l'aliment sont broyées, mélangées avec d'autres matières premières, pour obtenir un aliment complet unique présenté sous forme de farine ou de miettes. L'utilisation insuffisante ou inadéquate des intrants locaux rend les aviculteurs sénégalais fortement tributaires des industries souvent extérieures, faisant de l'aviculture moderne une spéculation onéreuse et exogène. Dans ces conditions, de nouvelles stratégies doivent être identifiées pour prendre en compte les nouvelles contraintes, et agir notamment au niveau de l'aliment premier poste de charges pour un atelier avicole. Ainsi donc, les aviculteurs disposant de surface céréalière et de capacités de stockage peuvent utiliser leurs propres céréales, dans un objectif d'amélioration de la durabilité de leur système de production pour réduire le coût de l'aliment et limiter les coûts énergétiques liés à la fabrication d'aliments et au transport. Le développement de l'utilisation des céréales entières en élevage dépend de la maîtrise technique des méthodes de distribution possibles : l'alimentation séparée ou libre choix, la distribution séquentielle, et le mélange (**NOIROT et al., 1999**). Elles sont toutes basées sur un choix plus ou moins dirigé de l'animal dans l'espace, le temps, ou par tri particulière. Ces techniques d'alimentation connaissent un regain d'intérêt dans le contexte d'augmentation du prix du carburant. Toutefois, si **IRENE et al. (2005) cités par KONE (2011)**, ont montré que l'alimentation séquentielle a eu des résultats

positifs sur le poids vif et le gain moyen quotidien, **SCHOLTYSSSEK et al. (1983)**, montrent en revanche que ces techniques d'alimentation détériorent les performances zootechniques comparativement à l'alimentation standard. La présente étude, s'avère donc nécessaire afin de contribuer à la levée de cette controverse tout en cherchant pour l'aviculture sénégalaise des techniques durables et économiquement viables d'alimentation des volailles dans un contexte de renchérissement du prix du carburant et de réchauffement climatique. Ainsi, l'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet du maïs grain entier ou broyé selon deux modalités d'apport (mélange, séquentiel) sur les performances des poulets de chair en saison chaude à partir de trois semaines d'âge.

Nos objectifs spécifiques s'articulent autour des axes suivants :

- Déterminer la vitesse de croissance permise par l'alimentation séquentielle ou mélangée ;
- Evaluer la consommation et l'indice de consommation alimentaire ;
- Evaluer la rentabilité de ces différentes techniques d'alimentation.

Notre étude comporte ainsi deux grandes parties :

- Une première partie bibliographique organisée en trois chapitres. Le premier chapitre porte sur l'alimentation du poulet de chair au Sénégal, le second chapitre traite de la qualité bromatologique des principales céréales utilisées dans l'alimentation des volailles et enfin, le dernier chapitre présente des notions sur la granulométrie des aliments et les différentes méthodes de distribution des céréales entières.
- Une deuxième partie expérimentale qui présente le matériel et la méthodologie utilisés et qui s'achève par la présentation des résultats de l'alimentation séquentielle ou mélangée sur les performances zootechniques du poulet de chair et la discussion de ces résultats obtenus. Nous y évoquons également l'aspect économique de cette étude qui sera suivi de quelques recommandations.

PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I: ALIMENTATION DU POULET DE CHAIR AU SENEGAL

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

Anatomiquement, l'appareil digestif des oiseaux est constitué par : un bec, une cavité buccale dépourvue de dents, un œsophage, un jabot, un estomac sécrétoire (proventricule), un estomac musculaire (gésier), et l'intestin (intestin grêle : duodénum, jéjunum, iléon ; gros intestins : caeca, côlon, rectum) débouchant dans le cloaque (figure1). Il comprend bien sûr toutes les glandes annexes : le foie et le pancréas (VILLATE, 2001) cité par BRUGERE-PICOUX et SILIM, (1992).

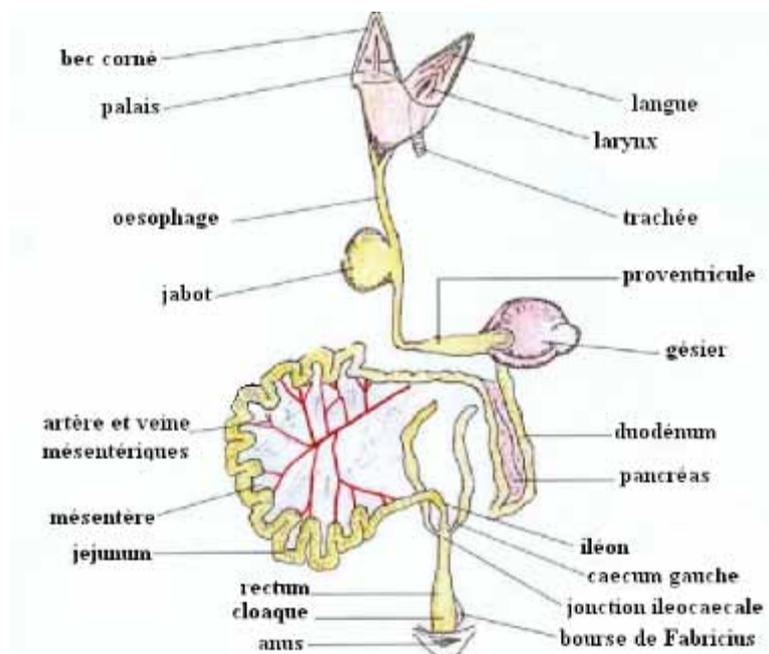


Figure 1 : Vue générale du tractus digestif du poulet après autopsie

Source : VILLATE (2001)

I.1.1. Bec

Le bec est utilisé avant tout pour la préhension des aliments. La partie visible du bec est une production cornée ou rhamphothèque. Au même titre que les griffes, sa croissance est continue. Cette croissance est limitée par une usure régulière par frottement des deux mâchoires entre elles, sur les aliments ou sur des objets non comestibles.

Le bec est composé de deux parties : dorsalement la maxille ou mandibule supérieure ; ventralement la mandibule ou mandibule inférieure (**ALAMARGOT, 1982**).

I.1.2. Cavité buccale

Elle est limitée dorsalement par la maxille ou mandibule supérieure, ventralement par la mandibule inférieure (ou tommies) et caudalement par le pharynx. Les limites avec le pharynx sont difficiles à préciser anatomiquement d'où le nom de buccopharynx ou d'oropharynx donné à l'ensemble bouche et pharynx. La cavité buccale est recouverte d'un épithélium muqueux, sauf dans sa portion rostrale où le revêtement est corné (rhamphothèque).

Le plafond de la cavité buccale est fendu longitudinalement par la fissure palatine. C'est dans cette fissure que débouchent les deux choanes (voies respiratoires) qui sont séparées par l'os vomer.

I.1.3. Œsophage

L'œsophage est un organe tubuliforme musculomuqueux qui assure le transport des aliments de la cavité buccale à l'estomac. Il est situé dorsalement puis à droite de la trachée dans son trajet cervical. Avant de pénétrer dans la cavité thoracique chez certaines espèces, dont la poule et le pigeon, il se renfle en un réservoir, le jabot.

Dans sa portion intra-thoracique, l'œsophage redevient médian et dorsal à la trachée. Il se dévie vers la gauche après la bifurcation bronchique (syrinx) puis passe dorsalement aux gros vaisseaux du cœur avec lesquels il adhère quelque peu. Il se termine dorsalement au foie en s'abouchant au proventricule. L'œsophage est tapissé dans toute sa longueur d'une muqueuse aux plis longitudinaux très marqués. Il possède une musculature longitudinale interne très développée et est très dilatable (surtout chez les rapaces et les oiseaux piscivores) (**ALAMARGOT, 1982**).

I.1.4. Jabot

Le jabot est un élargissement de l'œsophage en forme de réservoir situé à la base du cou, au ras de l'entrée de la poitrine. Rudimentaire chez de nombreux oiseaux, il est bien développé chez nos espèces domestiques (sauf chez le canard). Il se présente chez la poule sous la forme d'un sac ventral très extensible qui adhère dans sa partie ventrale à la peau et aux muscles sous-cutanés du cou et dans sa partie caudo-dorsale aux muscles pectoraux droits. Sa paroi, qui est très mince, a une musculature (formée de muscles lisses) peu développée, mais riche en fibres élastiques (ALAMARGOT, 1982).

I.1.5. Proventricule

Le proventricule ou ventricule succenturié est situé légèrement à gauche dans la cavité abdominale, ventralement à l'aorte, dorsalement au foie qui l'enveloppe partiellement. C'est un renflement fusiforme (de 3 cm de long en moyenne chez la poule) dont la muqueuse est très riche en glandes à mucus. La paroi interne très épaisse est formée de lobules dont chacun constitue une glande composée radialement à l'axe de l'organe.

Ces glandes en tube se jettent dans un canal commun à plusieurs glandes et se déversent dans la lumière du proventricule au sommet d'une proéminence bien marquée. Elle est alors très extensible. Le transit des aliments ne dure que quelques minutes dans le proventricule (ALAMARGOT, 1982).

I.1.6. Gésier

Le gésier est l'organe compact le plus volumineux de la poule (6 à 8 cm de long, avec un poids d'environ 50 g vide et 100 g plein). Il est situé légèrement à gauche dans la cavité abdominale, partiellement coiffé par le foie sur son bord crânial. Le gésier est toujours beaucoup plus caudal qu'on ne se l'imagine ; il est facilement palpable au travers de la paroi abdominale. De forme sphéroïde, il est en communication crânialement avec le proventricule et crânio-médialement avec le duodénum ; sa cavité est sacculaire. Il est très musculéux chez les granivores (la poule) et chez les herbivores (l'oie).

Ses deux muscles principaux s'unissent de chaque côté de l'organe par deux surfaces tendineuses nacrées : les centres tendineux. Le gésier est rattaché au sternum et à la paroi abdominale par le ligament ventral ou mésentère ventral, au foie par le ligament gastro-hépatique et à la paroi dorsale de l'abdomen par le mésogaster (ALAMARGOT, 1982).

I.1.7. Duodénum

Le duodénum est la portion de l'intestin qui fait suite à l'estomac. Il débute au pylore puis forme une grande anse qui enserme le pancréas. Cette anse est la partie la plus ventrale de l'intestin dans la cavité abdominale. Elle contourne caudalement le gésier et est dorsalement en rapport avec les caeca. Le duodénum reçoit deux ou trois canaux pancréatiques et deux canaux biliaires au niveau d'une même papille. L'emplacement de cette papille marque la fin du duodénum et le début de l'iléon (**VILLATE, 2001; ALAMARGOT, 1982**).

I.1.8. Jéjunum

Il est divisé en deux parties :

- La partie proximale qui est la plus importante : tractus du Meckel, petit nodule est parfois visible sur le bord concave.

- La partie distale qui s'appelle l'anse supraduodénale (**VILLATE, 2001; ALAMARGOT, 1982**).

I.1.9. Caecum

Le caecum se présente comme un sac qui débouche dans le tube intestinal à la jonction de l'iléon et du rectum au niveau d'une valvule iléocœcale. Lorsqu'ils existent, ils sont toujours pairs chez les oiseaux, et sont accolés à la partie terminale de l'iléon par un méso. Ils sont en rapport ventralement avec l'anse duodénale et dorsalement avec la portion moyenne de l'iléon. Bien développés chez la poule, ils sont petits chez le canard, l'oie et absents chez les perroquets, les rapaces diurnes, et les pigeons (**VILLATE, 2001; ALAMARGOT, 1982**).

I.1.10. Rectum

Le rectum fait suite à l'iléon et débouche dans le cloaque. Le diamètre du rectum est à peine plus grand que celui de l'iléon. À l'inverse des mammifères, le rectum des oiseaux présente des villosités. Le rectum réabsorbe l'eau de son contenu (fèces et urines), ces fonctions lui ont valu parfois le nom de colorectum (**ALAMARGOT, 1982**).

I.1.11. Glandes annexes du tube digestif

I.1.11.1. Pancréas

Le pancréas est une glande amphicrine (endocrine et exocrine), compacte, blanchâtre ou rougeâtre, enserrée dans l'anse duodénale. Le pancréas est issu de trois ébauches séparées qui se constituent en deux lobes (un lobe ventral et un lobe dorsal). Le suc pancréatique se déverse dans le duodénum par deux ou trois canaux qui s'abouchent au même niveau que les canaux hépatiques (ALAMARGOT, 1982).

I.1.11.2. Foie

Le foie est un organe volumineux rouge sombre. C'est la glande la plus massive de tous les viscères (33 g environ chez la poule). Le foie repose sur le sternum, il est séparé des parois thoraco-abdominales par les sacs aériens. Il est soutenu par quatre ligaments (falciforme, coronaire, gastrohépatique et hépatoduodénal). Sa face ventro-médiale porte les impressions splénique, stomacale et intestinale. Le foie est constitué de deux lobes réunis par un isthme transversal qui renferme partiellement la veine cave caudale. Le lobe gauche plus petit que le lobe droit est généralement marqué d'un sillon longitudinal qui délimite le lobe accessoire du lobe gauche. Dans leur portion crâniale, les deux lobes entourent complètement les ventricules du cœur. Les deux lobes déversent la bile, par deux conduits séparés. Le canal du lobe gauche (canal hépatique gauche) s'abouche directement dans l'intestin. Le canal du lobe droit (canal hépatique droit) se renfle d'abord en vésicule biliaire (sauf chez le pigeon, certains perroquets et l'autriche) avant de se jeter dans le duodénum. Il porte le nom de canal cholédoque (ALAMARGOT, 1982).

I.2. DIGESTION CHEZ LA VOLAILLE

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

Après un bref séjour dans le proventricule où ils subissent l'action des sécrétions salivaires, les aliments arrivent dans le gésier et sont broyés, concassés, subissant au même moment l'action des sucs gastriques avant de passer dans l'intestin grêle. L'action mécanique du gésier

est une trituration qui permet de fragmenter les grains de céréales. Le gésier cumule donc le rôle de mastication absente chez les oiseaux et de mélange du suc gastrique avec les ingesta. L'intestin grêle transforme les aliments en nutriments sous l'action du suc intestinal. La dégradation est achevée dans les cæca grâce à la microflore intestinale (**KOLB, 1975**).

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

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

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

Source : **SHWARTZ et al. (1987)**

I.3. GENERALITES SUR L'ALIMENTATION ET LES BESOINS ALIMENTAIRES DU POULET DE CHAIR

I.3.1. Généralités sur l'alimentation

La formulation des aliments consiste à déterminer la composition d'une ration pour obtenir au moindre coût les caractéristiques nutritionnelles recherchées. Selon **SANOFI (1996)**, la formulation doit tenir compte des contraintes :

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

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

I.3.2. Besoins alimentaires du poulet de chair

Cette notion de besoin n'est pas absolue, elle fait obligatoirement référence à un critère ou à un objectif : gain de poids recherché, indice de consommation souhaité, qualité de la carcasse désirée. Comme le montre la figure (2), le besoin nutritionnel est relatif aux objectifs zootechniques recherchés.

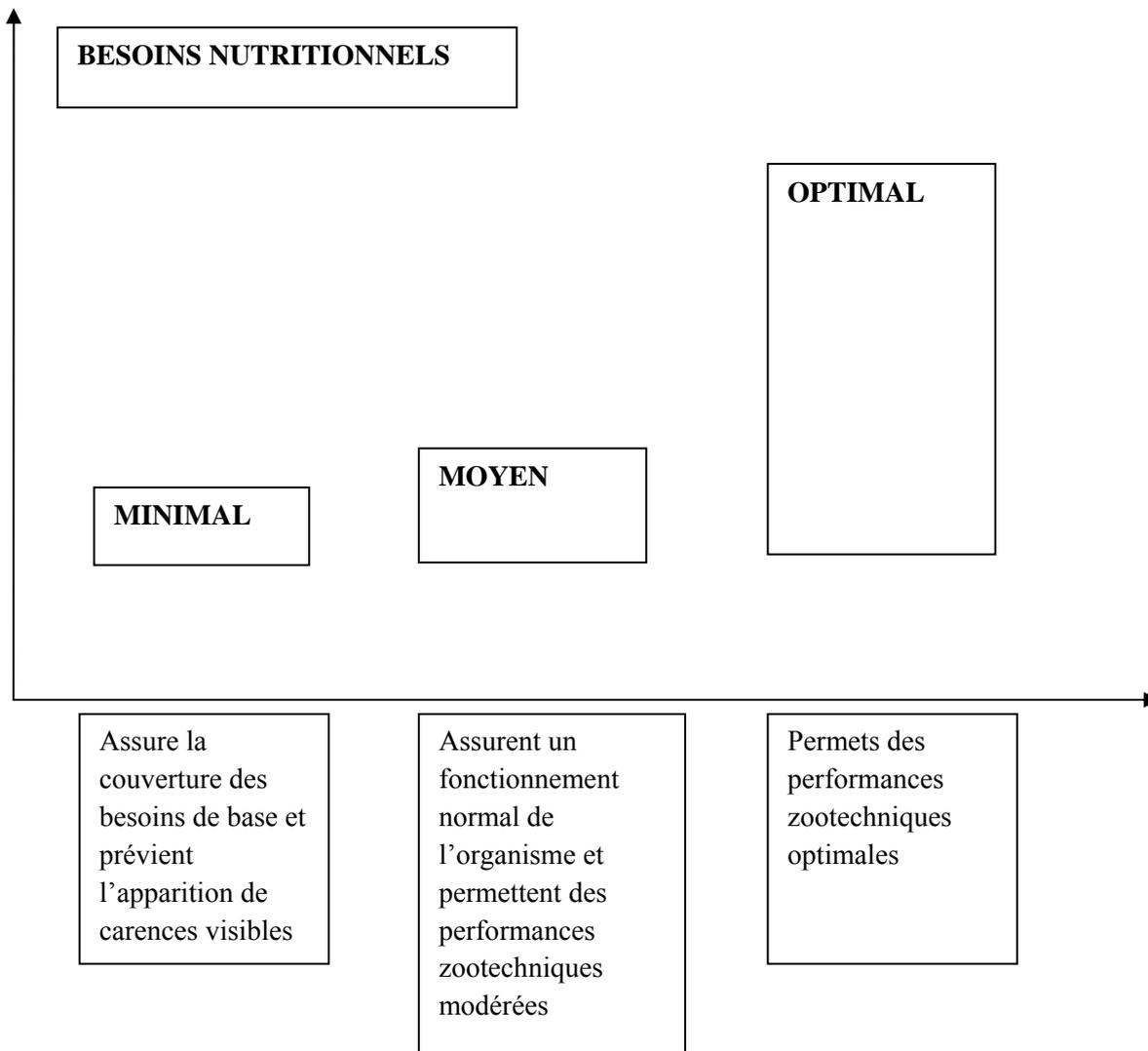


Figure 2 : Notion de besoins nutritionnels

Source : **SANOFI (1996)**

L'alimentation doit donc apporter aux animaux tous les nutriments nécessaires au renouvellement de la matière vivante couvrant les « besoins d'entretien » d'une part, à son accroissement éventuel (gain de poids) définissant les « besoins de production », d'autre part. Les quantités d'éléments nutritifs qu'il faut assimiler pour réaliser toutes ces activités définissent les besoins.

1.3.2.1. Besoins en eau

C'est un des éléments nutritifs les plus importants des volailles. La consommation d'aliment est conditionnée par celle de l'eau : une sous - consommation en eau provoque une baisse de la consommation alimentaire et la réduction du gain de poids. Cela peut être dû à un problème

d'appétence (solution médicamenteuse, eau trop chaude ou de mauvaise qualité) ou de stress (vaccination, transfert, maladie, densité élevée), ou à une insuffisance d'abreuvoirs.

La réduction de la prise alimentaire et de la croissance ainsi engendrée est proportionnelle au degré de la réduction hydrique ; cela a été démontré par **FERRANDO (1969)** qui trouve qu'une restriction d'eau de 50 % de la consommation *ad libitum*, fait baisser la prise alimentaire de 75 g/jour à 11 g/jour chez le poulet de chair. La surconsommation d'eau peut être causée par une augmentation de température, une teneur en sel de l'eau ou de l'aliment trop élevée (**ISA, 1985**) ou être consécutive à un début de diarrhée. De même, la teneur en protéines de l'aliment modifie l'ingestion d'eau (**LARBIER et LECLERCQ, 1991**).

En **1976**, **SCOTT** rapportait que les aliments riches en protéines conduisent à une légère surconsommation d'eau qui s'expliquerait par les mécanismes de digestion protéique et d'excrétion rénale d'acide urique. En effet, les oiseaux ont la particularité physiologique de résorber l'eau des urines lorsqu'ils n'en disposent pas en abondance pour leur abreuvement. Cette eau remonte le long du côlon, provoquant la précipitation de l'acide urique sous forme d'urates (**LARBIER et LECLERCQ, 1991**).

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

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

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

Source : **QUEMENEUR (1988)**

1.3.2.2. Besoins en énergie

L'énergie sert à couvrir d'une part, les besoins énergétiques d'entretien que sont le métabolisme de base, la thermogenèse adaptative, l'extra chaleur et l'activité physique, et d'autre part les besoins énergétiques de croissance (figure 3).

Le développement corporel du poulet est d'autant plus rapide que la consommation quotidienne d'énergie métabolisable est élevée. Selon **l'INRA (1989)**, le premier besoin de l'animal concerne ses dépenses énergétiques, car après l'eau, les constituants énergétiques sont ceux dont la privation affecte le plus rapidement la santé de l'animal et sa survie. Le besoin énergétique est aussi le plus sensible aux conditions du milieu et c'est lui qui influence le plus la consommation alimentaire.

Les oiseaux règlent leur consommation alimentaire en fonction de la quantité d'énergie ingérée. Ainsi, toute élévation de la teneur énergétique d'un aliment se traduit par une réduction de la consommation alimentaire. Dans ce cas, il faut « concentrer » l'aliment, c'est-à-dire augmenter sa teneur en chacun de ces nutriments (protéines et acides aminés, minéraux, oligo-éléments, vitamines) si l'on veut que la volaille ingère la même quantité. Les éléments énergétiques sont principalement apportés par les glucides (sucres, amidon) et les lipides (matières grasses d'origine animale ou végétale). L'énergie contenue dans l'aliment (énergie brute) n'est pas utilisable en totalité par l'animal (figure 3) : une partie est en effet, perdue dans les fèces et l'urine. L'énergie disponible pour les besoins métaboliques de l'animal (entretien et production) est appelée énergie métabolisable (énergie brute ingérée moins énergie perdue dans les fèces, l'urine et les gaz) ; en d'autres termes, c'est la portion de l'aliment dont dispose le poulet pour produire de la chair, conserver ses fonctions vitales et sa température (**SMITH, 1992**).

Une bonne ration doit permettre à l'animal de couvrir toutes ses dépenses : entretien, production, élimination de chaleur. Si l'énergie métabolisable (EM) de la ration est insuffisante, l'animal doit puiser dans ses réserves. Cela se traduit par une baisse voire un arrêt de la production.

Selon **ANSELME (1987)**, les besoins énergétiques des poulets sont compris entre 3000 kcal/kg et 3200 kcal/kg avec un minimum de 3100 kcal au démarrage et 3000 kcal en finition.

Toutefois, les besoins énergétiques peuvent être influencés par des facteurs tels que la souche, le régime alimentaire et la température ambiante.

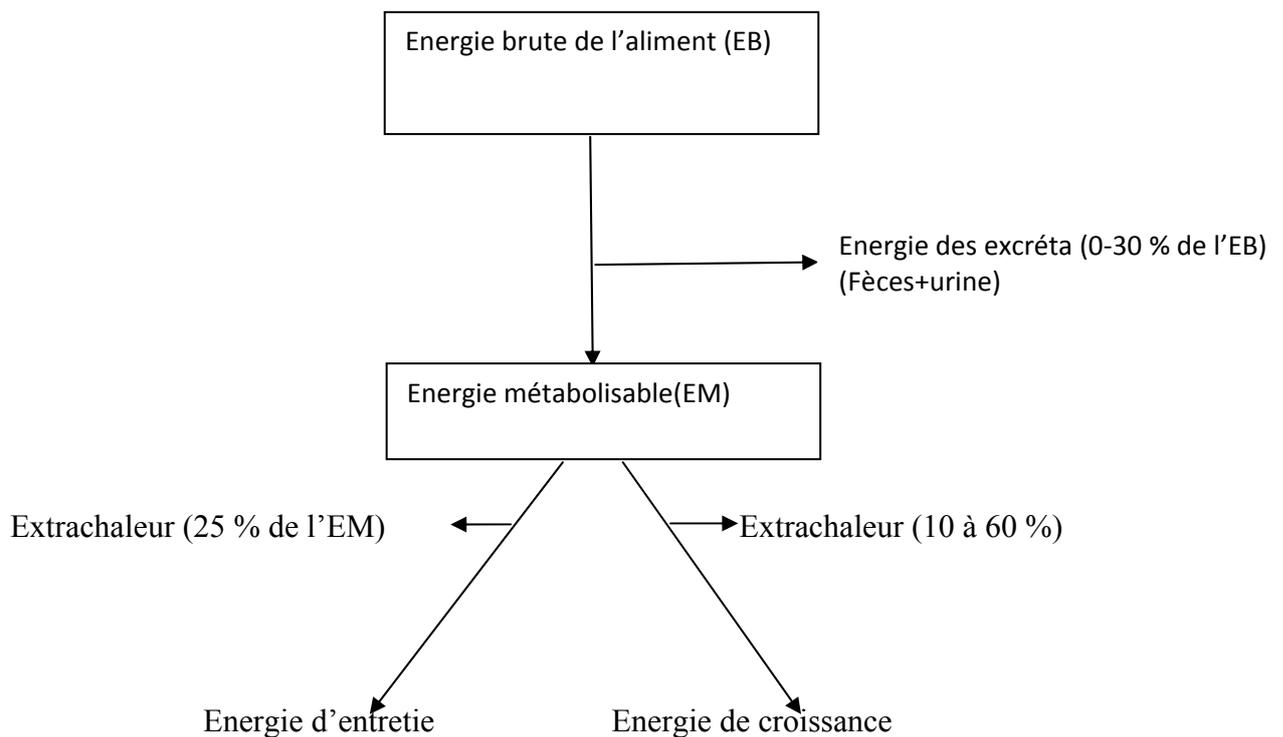


Figure 3 : Flux énergétiques

Source : **RIDEAUX et BASTIANELLI (2001)**

1.3.2.3. Besoins en protéines

Les protéines sont constituées par l'association d'acides aminés. Ceux-ci sont des constituants essentiels de la matière vivante. Leur apport dans l'aliment est indispensables, car ils ne peuvent pas être synthétisés par l'organisme (lysine, thréonine...) ou alors sont synthétisés à un rythme trop lent pour subvenir aux besoins des animaux (méthionine, histidine...). Ces deux groupes constituent les acides aminés indispensables. Apportés en excès, les acides aminés ne peuvent être stockés ; ils seront alors catabolisés ou excrétés. Par contre, un acide aminé réputé banal peut devenir un facteur limitant de la croissance, si son niveau d'apport dans l'aliment est insuffisant et que les acides aminés essentiels permettant sa synthèse sont aussi apportés en quantité limitée.

Plusieurs facteurs sont susceptibles d'agir sur l'efficacité des protéines. Les facteurs extrinsèques liés aux conditions d'élevage : mode d'alimentation, niveau de consommation, apports alimentaires (énergie, vitamines et minéraux), température, etc. Leur étude conduit à définir et à exprimer les besoins azotés en tenant compte à la fois de la quantité ingérée

quotidiennement et de la densité énergétique de la ration. Les facteurs intrinsèques concernent les protéines elles-mêmes. On estime la valeur nutritionnelle d'une protéine par le pourcentage d'azote ingéré utilisé pour la synthèse protéique (**INRA, 1989**). On parlera de la disponibilité des acides aminés qui est le pourcentage utilisé pour la synthèse protéique lorsqu'un acide aminé constitue le seul facteur limitant du régime ; cette notion ne concerne que les acides aminés qui peuvent être des facteurs limitants dans le régime alimentaire. Ainsi, la lysine occupe une place prépondérante à la fois par son caractère strictement indispensable, sa faible concentration dans la plupart des protéines alimentaires (céréales, tourteaux autres que celui du soja) et aussi parce qu'elle renferme un groupement amine susceptible de réagir avec les glucides et les lipides.

Au cours des traitements thermiques et pendant la conservation des protéines, des réactions multiples peuvent intervenir au sein même de la matière première. Les acides aminés ayant participé à ces réactions notamment à celles de Maillard ne sont généralement pas libérés par l'hydrolyse enzymatique dans le tube digestif et sont donc rendus indisponibles pour la synthèse protéique. En effet, **LARBIER et LECLERCQ (1992)**, montrent que pendant la préparation des aliments en granulés qui nécessitent un chauffage (70-80 °C), les protéines et les acides aminés sont détruits par la réaction de Maillard. On recommande ainsi d'apporter un complément en protéines et acides aminés lorsque les aliments sont en granulés.

1.3.2.4. Besoins en minéraux

Ce sont des constituants essentiels du tissu osseux (calcium, phosphore) ou de l'équilibre osmotique de l'animal (sodium, chlore, potassium). Selon **FERRANDO (1969)**, les plus importants sont le phosphore et le calcium qui jouent un rôle essentiel aussi bien dans l'équilibre humoral que dans la formation du squelette et de la coquille. Toute recommandation en minéraux doit tenir compte d'abord du niveau de production des animaux, puis de certains facteurs externes (dont certains altèrent l'ingéré alimentaire). On peut citer la présence éventuelle sous forme de complexe minéral dans la source utilisée, les interactions entre nutriments, le niveau énergétique des aliments, la température ambiante et le stress dus aux maladies ou à la surpopulation.

L'apport de phosphore pose toujours des problèmes, car on le retrouve sous forme phytique dans les graines des végétaux telles que le maïs qui n'a pas de phytases (et non dans les tiges et les feuilles). Ce phosphore n'est pas utilisé par les oiseaux, pour lesquels on ne considère comme « disponible » que le phosphore non-phytique, soit le tiers du phosphore total des

graines (**INRA, 1989**). L'excès de chlore entraîne une grande consommation d'eau, la survenue des diarrhées et tend à réduire l'utilisation de calcium et du phosphore. Dans une moindre mesure, l'apport en manganèse peut également affecter l'assimilation du calcium et du phosphore (**SMITH, 1992**).

La fourniture du chlorure de sodium est indispensable puisque l'alimentation végétale est largement déficiente en sodium, mais riche en potassium.

1.3.2.5. Besoins en oligo-éléments

Ils sont présents dans l'organisme en faible quantité ou à l'état de traces et sont indispensables au déroulement de nombreuses réactions biochimiques du métabolisme.

Il s'agit du fer, du cuivre, du zinc, du manganèse, du sélénium, de l'iode, du fluor, du cobalt et du magnésium.

Selon **FERRANDO (1969)**, avec un apport de 0,4 % de magnésium, on note une augmentation du gain de poids et une amélioration de l'ossification.

1.3.2.6. Besoins en vitamines

Ce sont des éléments organiques agissant également à des doses infimes et qui sont indispensables au métabolisme, à la protection de l'organisme et à une bonne production.

Certains facteurs entraînent une augmentation directe des besoins en vitamines. Il s'agit :

- ✓ Des températures élevées qui causent une baisse nette de l'ingéré alimentaire, donc de l'apport en vitamines ;
- ✓ De la teneur énergétique de la ration dont l'augmentation entraîne la baisse de l'ingéré alimentaire. En outre, l'accroissement de la valeur énergétique de la ration provoque une augmentation spécifique des besoins en vitamines B1, B2, et acide pantothénique qui participent aux réactions du métabolisme énergétique ;
- ✓ De l'addition de graisse à la ration qui accroît les besoins en vitamines E dont l'activité anti-oxydante permet de limiter la formation de peroxydes toxiques pour la cellule et qui dégradent les vitamines A, D et K ;
- ✓ De la teneur en protéines de l'aliment dont la baisse augmente les besoins en vitamine A ; l'absorption de cette dernière étant liée à l'apport protéique ;

- ✓ Des conditions d'élevage, en particulier le stress qui est un mécanisme consommateur d'énergie et de vitamines. Dans ce cas, les apports de vitamines peuvent devenir insuffisants par rapport aux besoins réels.

On peut noter une augmentation indirecte de ces besoins en cas de biodisponibilité réelle faible des vitamines de la ration ou lorsqu'elles sont détruites soit lors des opérations de fabrication et de stockage de l'aliment soit en cas d'infestation parasitaire.

C'est aussi le cas en présence des antagonistes et des antimétabolites qui inactivent les vitamines dans l'aliment et même en cas de formulation et de fabrication défectueuses.

1.3.2.7. Besoins en cellulose

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

I.4. FACTEURS DE VARIATION DES BESOINS

Les besoins alimentaires du poulet de chair varient en fonction des facteurs tels que l'âge, la souche et les conditions d'ambiance.

I.4.1. Age

Les capacités d'absorption et de digestion, ainsi que les besoins intrinsèques évoluent tout au long de la vie de l'animal ; le tableau III présente les besoins du poulet de chair en protéines et lysine d'une part, et les recommandations en macroéléments selon l'âge, d'autre part. La variation des besoins au cours du temps explique et justifie la nécessité de disposer d'un aliment adapté à chaque période de production.

Tableau III : Besoins du poulet de chair en protéines, lysine et en acides aminés soufrés selon l'âge (en g/100 g de gain de poids)

Semaine	Protéines	Lysine	Acides aminés soufrés
1	30,0	1,54	1,18
2	30,5	1,55	1,22
3	32,2	1,57	1,25
4	35,8	1,59	1,30
5	37,5	1,64	1,30
6	42,0	1,69	1,38
7	43,2	1,76	1,40
8	44,8	1,80	1,42
9	45,1	1,85	1,44

Source : **LARBIER et LECLERCQ (1992)**

Ainsi, pour répondre au même objectif (ici, 100 g de gain de poids), les besoins évoluent de 30 à 45,1 g pour les protéines, de 1,54 g à 1,85 g pour la lysine et de 1,18 g à 1,44 g pour les acides aminés soufrés.

I.4.2. Souche

Pour l'**l'EMVT (1991)**, la souche se définit comme étant une population issue d'un petit nombre de sujets, isolée au sein d'une race, et qui se reproduit avec des caractères bien fixés, à l'origine d'aptitudes bien déterminées. Des travaux réalisés par cet institut montrent que les souches mi - lourdes consomment plus d'aliments que les souches légères.

I.4.3. Conditions d'ambiance

L'élévation de la température réduit les besoins et la dépense énergétique des animaux. Ainsi, toute élévation de température de 1 °C entraîne en moyenne une réduction de la consommation alimentaire de 1 %, soit environ 1,2 g à 16 g d'aliment par adulte et par jour.

De nombreux autres facteurs entraînent une augmentation directe des besoins, tel est le cas du stress. De manière indirecte, les besoins peuvent être accrus par divers états pathologiques comme la diarrhée qui entraîne un défaut d'absorption des nutriments.

On peut donc prévoir les performances de croissance lorsque l'on connaît les besoins, les facteurs qui modifient les apports, à commencer par la consommation, ainsi que ceux qui influencent la digestibilité et l'utilisation métabolique. Dès lors, il devient possible de déterminer les caractéristiques des aliments à distribuer.

CHAPITRE II : QUALITES BROMATOLOGIQUES DES PRINCIPALES CEREALES UTILISEES DANS L'ALIMENTATION DES VOLAILLES

La production des céréales occupe une place de choix en agriculture compte tenu des habitudes alimentaires et de leur rôle dans l'alimentation humaine et animale. En effet, selon **CONAN et al. (1992)**, les céréales constituent des produits de base dans l'alimentation des animaux monogastriques et des volailles en particulier.

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

II.1. MAÏS

La culture du maïs a probablement commencé dans la vallée du Rio Balsas au Mexique et s'est répandue très rapidement dans toute la zone tropicale et équatoriale de l'Amérique Centrale et du Sud (**BEIGBEDER, 2009**). L'homme a enfin réussi à adapter le maïs aux zones tempérées du Nord des États-Unis et ces maïs tempérés ont pu être cultivés au Canada. En Afrique, le maïs s'est introduit à partir de l'Europe via la Turquie et l'Égypte (commerces transsahariens et pèlerinages) et à partir des comptoirs de la côte du golfe du Bénin.

Le maïs est une céréale de choix dans l'alimentation des poulets de chair (**SMITH, 1992**). Ceci se justifie entre autres, par la bonne digestibilité de sa matière organique avec un TDN (Nutriment Digestible Total) estimé à 80,75 % et sa valeur énergétique élevée d'environ 3432 kcal/kg (**FERRANDO, 1969 a**).

II.1.1. Composition chimique

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

MS) et de calcium (0,01 % de MS) et contient peu de cellulose (2,5 % de MS, **FERRANDO, 1969a**).

Tableau IV : Composition chimique du maïs récolté au Sénégal

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

Source : **ANSELME (1987)**

II.1.2. Digestibilité

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

Le maïs présente, d'une manière générale, une excellente digestibilité (Tableau V). Ceci s'explique par la bonne digestibilité de l'amidon et des protéines, sa faible teneur en cellulose (2,5 % de MS) et l'absence de facteurs antinutritionnels tels que les tanins.

Tableau V : Coefficient de digestibilité établi pour le maïs

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

Source : **FERRANDO (1969)**

II.1.3. Valeur énergétique

Les céréales constituent la base énergétique des provendes. Le maïs est plus énergétique que le mil et le sorgho en raison de sa teneur élevée en matières grasses (**LARBIER et LECLERCQ, 1992**). L'énergie métabolisable du maïs récolté au Sénégal est estimée à 3350 kcal/kg alors qu'elle est estimée à 3798 kcal/kg pour le maïs récolté en France (**ANSELME, 1989**).

II.1.4. Valeur protéique

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

Pour les mêmes auteurs, les protéines du maïs présentent un profil très déséquilibré en acides aminés (Tableau VI).

Tableau VI : Teneur du maïs en différents acides aminés

Nutriments	Teneur %
Protéines brutes	10,20
Lysines	0,28
Méthionine	0,22
Méthionine+ Cystine	0,44
Tryptophane	0,07
Thréonine	0,36
Glycine + Sérine	0,78
Leucine	1,28
Isoleucine	0,40
Valine	0,52
Histidine	0,29
Arginine	0,49
Phénylalanine+ Tyrosine	0,96

Source : **LARBIER et LECLERCQ (1992)**

II.1.5. Facteurs antinutritionnels

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

II.2. SORGHO

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

II.2.1. Composition chimique

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

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

Le principal problème du sorgho réside dans la variabilité de sa teneur en tanins, qui entraîne l'augmentation de l'amertume de l'aliment, provoquant chez la volaille une diminution de la digestibilité des nutriments de l'aliment, en particulier des protéines (**COTHENET et BASTIANELLI, 1999**) cité par **ALLANONTO (2011)**.

La composition chimique du sorgho varie en fonction des souches comme le montre le Tableau VII.

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

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

Source : **ANSELME (1987)**

II.2.2. Digestibilité

Les protéines et l'amidon du sorgho sont peu digestibles lorsque la teneur en tanins est trop élevée. Ce qui entraîne une réduction considérable de la croissance des poulets. **GUALTIERI et RAPACCINI (1990)** ont en effet montré que lorsque la teneur en tanins du sorgho passe de 0,02 % à 0,2 %, son énergie métabolisable diminue de 3516 à 2617 kcal/kg MS. **ANSELME(1987)** a montré que le sorgho africain plus pauvre (<1%) en tannins présente une meilleure digestibilité protéique que le sorgho français ou américain.

II.2.3. Valeur énergétique

Le sorgho est riche en énergie métabolisable à cause de sa forte teneur en amidon (56-73 % MS) et de son taux relativement élevé en matières grasses. Mais la présence de tanins dans le grain contribue à la mauvaise digestibilité de l'amidon dans certaines variétés (**DREHER et al., 1984**). Par ailleurs, les tanins isolés du grain de sorgho inhibent l'enzyme X-amylase et se lient plus ou moins fortement aux amidons (**HOSENEY et al., 1987**).

II.2.4. Valeur protéique

Le sorgho est plus riche en protéines que le maïs (11,4 %) (VIAS, 1995). Les acides aminés du sorgho sont relativement équilibrés (LARBIER et LECLERCQ, 1992), mais il est pauvre en acides aminés soufrés, en lysine, méthionine et tryptophane (tableau VIII). Ce déficit est cependant facile à corriger.

Tableau VIII : Teneur du sorgho en différents acides aminés

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

Source : LARBIER et LECLERCQ(1992)

II.2.5. Facteurs antinutritionnels

Le sorgho se caractérise par sa teneur en tanins qui sont des polyphénols. Néanmoins, les tanins ne sont présents que dans les sorghos avec un testa pigmenté. Ces derniers ne sont pas toxiques comme certains mythes le rapportent. Les tanins de ces sorghos sont sous la forme condensée et ne sont donc pas toxiques. Selon ROONEY *et al*, (www.inar.unl.edu google.fr/2010) chez le bétail, ils peuvent réduire l'efficacité alimentaire (5 à 10 % en comparaison avec les sorghos sans tanins), mais tout dépend de l'animal et du traitement du

grain. Les tanins ont la particularité de se lier aux protéines en formant des complexes résistants aux attaques enzymatiques dans la lumière du tube digestif.

Ce caractère antinutritionnel entraîne certaines conséquences chez les volailles :

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

Ces effets antinutritionnels influencent plus significativement la digestibilité de l'énergie et des protéines chez les volailles, si la concentration en tanins est inférieure à 2,6 g/kg soit 0,26 % (**MCNAB et BOORMAN, 2002**).

II.3. MILS

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

II.3.1. Composition chimique

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

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

II.3.2. Digestibilité

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

II.3.3. Facteurs antinutritionnels

Comme dans le sorgho, la présence de tannins dans les grains de mil réduit la digestibilité de l'amidon.

En conclusion, les céréales sont des aliments énergétiques. Parmi les trois céréales les plus utilisées, le sorgho est après le maïs, le plus riche en énergie. Le facteur limitant secondairement pour le sorgho est représenté par les acides aminés soufrés alors que c'est le tryptophane pour le maïs. Le mil a une composition voisine de celle du maïs et du sorgho, mais est plus riche en méthionine et en lysine.

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

III.1. 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 du poulet face au choix des particules et à leur 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**). 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.

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 des particules 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.

III.2. GRANULOMETRIE

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, de 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. Étudier 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 croissante des particules (farine, mélange pour moitié de farine et 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.

III.2.1. Effets de la granulométrie 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 grandes tailles 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 du transit digestif est relativement court chez les oiseaux d'élevage (5 à 9 heures), comparativement aux mammifères monogastriques (7 à 48 heures), probablement du fait de la faible longueur du côlon des oiseaux (3 à 15cm). 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 1,5mm. 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 du 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**) cité par **KONE (2011)**. 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**) cité par **KONE (2011)**.

III.2.2. Effets de la granulométrie 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 de l'IC de 3 % qui se dégrade progressivement avec le grossissement de la mouture.

On obtient une stimulation du tri particulaire en augmentant la taille des particules. En choisissant les particules grossières, mieux adaptées à son 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, indique que ce choix est d'abord lié à une préférence particulaire 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 avec une double conséquence : une baisse de l'efficacité alimentaire (déséquilibre protéique) et une diminution de la vitesse de consommation (préhensibilité) (QUENTIN et *al.*, 2005).

III.2.3. Effets de la granulométrie sur l'ingestion alimentaire et l'indice de consommation

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

PICARD et *al.* (2000) 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 équivalentes. Sept aliments ont été comparés : quatre sous forme de farine fine ou grossière, comportant ou non du blé entier 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 du blé. La présentation de l'aliment en mélange n'a pas eu d'impact sur l'ingestion quotidienne (118,1 g/j 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 (> 2 mm) et ont montré une préférence pour le blé entier. Les volailles sélectionnent en effet leur prise alimentaire en fonction de la taille

relative 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, quelque soit 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**).

III.3. PRINCIPALES STRATEGIES NUTRITIONNELLES ET EFFETS DE LA TAILLE PARTICULAIRE SUR LES PERFORMANCES DES POULETS DE CHAIR

Les granivores consommaient des graines de céréales entières dans les basses - cours par le passé. De nos jours, 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 4).

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**) cité par **KONE (2011)**. 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 possible : 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). En effet, le broyage lors de la fabrication représente plus de 25 % de coût énergétique (DOZIER, 2002) cité par UMAR FARUK *et al.* (2009).

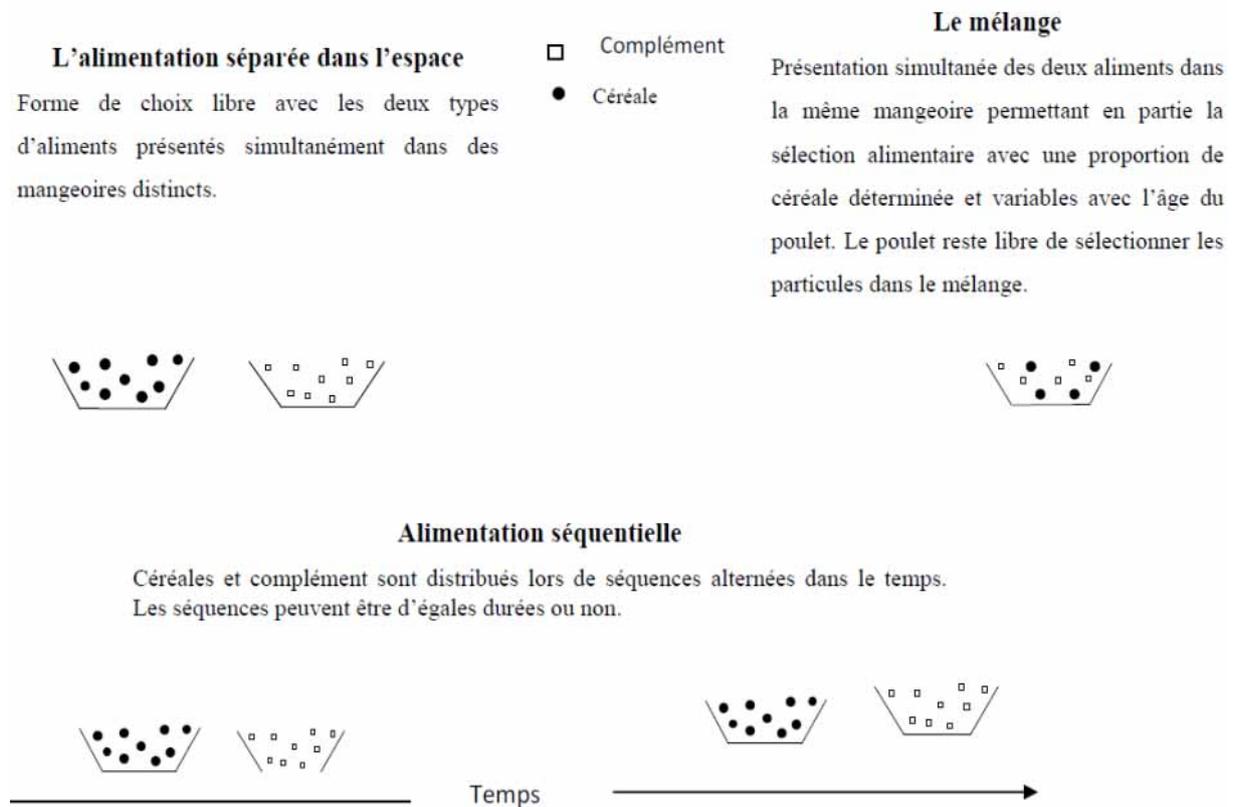


Figure 4 : Principales stratégies nutritionnelles chez les oiseaux

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

III.3.1. Alimentation complète classique

III.3.1.1. Alimentation complète classique en farine distribuée ad libitum en élevage des poulets de chair en zone tropicale

La distribution d'aliments complets est le cas le plus fréquemment observé. Les volailles reçoivent successivement différents aliments adaptés en taille et nutritionnellement à leur stade physiologique. Les céréales (blé, maïs) représentent la famille de matières

majoritairement utilisées (60 % à 80 % de la ration). Il s'agit d'homogénéiser la prise alimentaire avec des aliments le plus souvent présentés sous forme de granulés, ce qui laisse alors peu de place au choix alimentaire. Selon **LARBIER (1990)**, les reproductrices nourries *ad libitum* consomment bien au-delà de leur strict besoin du fait de leur tendance très marquée à l'obésité. Les conséquences économiques sont évidentes. Les effets sur les performances peuvent être catastrophiques.

III.3.1.2. Limites de l'alimentation complète classique

Le poulet est très sensible à la température ambiante qui est susceptible de modifier à la fois sa vitesse de croissance, sa consommation alimentaire et son engraissement. **FULLER et DALE (1979)** cités par **LOUL (1998)** ont étudié l'influence de la température ambiante sur la croissance des poulets placés en environnement froid ou chaud avec une variation cyclique de température : 15°C-24 °C et 24 °C - 35 °C. Il apparaît clairement une large part de chute des performances de croissance en conditions chaudes, liée à la chaleur et indépendante de l'ingestion alimentaire.

Dans ces conditions, la distribution *ad libitum* d'un régime complet laisse peu d'espoir de pouvoir compenser les effets négatifs de la chaleur sur les performances par ajustements de sa composition. Les possibilités de réduction du taux énergétique sont certainement limitées chez le poulet de chair (**PICARD, 1990**). Le développement des rations diluées nécessite un effort technologique sérieux au niveau des usines, une meilleure évaluation des matières premières ainsi qu'une étude économique locale tenant compte des coûts en devises.

Ainsi, plusieurs auteurs avaient procédé à d'importantes modifications de la composition alimentaire. Ces modifications consistaient généralement à augmenter la densité nutritionnelle de la ration notamment sa teneur en protéines et/ou acides aminés essentiels (**BUSHMAN, 1974**) ou à remplacer une partie des glucides de l'alimentation par de la matière grasse afin d'abaisser la production d'extra chaleur chez l'animal (**DAGHIR, 1985**). Cependant, l'utilisation de régimes riches en protéines ne semble pas empêcher une dépression de la croissance du poulet de chair en climat chaud (**PICARD, 1985**).

De même, l'inclusion des matières grasses dans les rations n'a pas toujours donné des résultats concluants (**SMITH, 1990**). Il apparaît donc difficile d'améliorer le gain de poids et surtout le gain de masse maigre chez le poulet de chair élevé au chaud, par la seule modification de la composition alimentaire (**PICARD, 1990**). Les résultats très décevants

enregistrés en manipulant la concentration et/ou la composition des régimes complets destinés aux volailles en climat chaud ont conduit à tester d'autres technologies. D'où la nécessité de sortir du concept classique d'aliment *ad libitum* au profit des stratégies nouvelles prenant en compte les choix et les rythmes de consommation alimentaire des animaux. Dans cette perspective, les méthodes d'alimentation séparée ou discontinuée pourraient constituer des alternatives intéressantes.

III.3.2. Alimentation mélangée

Dans ce mode d'alimentation, les deux aliments sont présentés simultanément dans la même mangeoire permettant de contrôler en partie la sélection alimentaire avec des proportions de céréales selon l'âge du poulet. Le poulet reste libre de sélectionner les particules dans le mélange. C'est une technique qui a été abordée par plusieurs auteurs utilisant, soit du blé entier, soit un aliment complet traditionnel (**LEESON et CASTON, 1993**) ; **COVASA et FORBES, 1994**), soit un aliment complémentaire plus riche en protéines (**ROSE et al., 1995**). L'aliment complémentaire peut être un aliment complet de démarrage, dilué progressivement au blé, ce qui permet une incorporation moyenne de 15 % de céréales entières pour des poulets de 2kg à l'abattage (**LE DOUARIN, 1997**). Si un aliment complémentaire riche en protéines est utilisé, le blé peut être incorporé jusqu'à 30 % en moyenne (**MONTJOIE, 1995** ; **GERARD, 1997**). L'alimentation mélangée, pratiquée avec succès depuis les années 97 en Europe du Nord, dans presque 10 % des élevages (**FILMER, 1996** ; **LE DOUARIN, 1997**) offre certains avantages et inconvénients.

III.3.2.1. Avantages

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

temps qu'il passe à le manger est variable. **VILARINO et al. (1996)** montrent que le temps passé à manger est plus élevé avec un aliment présenté en farine qu'en granulé, et ce d'autant plus que l'aliment est dilué.

Le second niveau d'importance de cette méthode, c'est qu'elle permet de contrôler la composition de l'ingéré global, et de la moduler en fonction de l'âge des poulets et des performances de croissance. En effet, (**COVASA et FORBES, 1994**), montrent que le contenu protéique des aliments offerts en mélange à des poulets de chair entre 0 et 49 jours (2 % à 34 % de blé incorporé dans un aliment complet) correspond bien à la quantité de protéines consommée au cours de la période. Aussi, au Pays Bas et en Belgique par exemple, où les proportions de céréales entières et d'aliments complémentaires sont gérées par un système informatique, l'évolution des proportions des aliments est programmée en fonction de l'âge et de la formulation de l'aliment complémentaire (**MONTJOIE, 1995 ; LE DOUARIN, 1997**) cités par **KONE (2011)**.

Enfin, l'alimentation mélangée contribue à l'amélioration de la marge poussin aliment des éleveurs avec l'incorporation de céréales. Toutefois, l'approche économique doit être plus globale à l'échelle de la filière et tenir compte des spécificités d'élevage (investissement matériel de récolte, de stockage et de distribution ; temps de travail...), des conséquences économiques pour les acteurs de la filière et du marché des matières premières au moment de la prise de décision (**CHEVALIER et al., 2007**). Néanmoins, l'alimentation mélangée révèle aussi des inconvénients chez les poulets.

III.3.2.2. Inconvénients

L'inconvénient majeur de cette méthode est le tri particulière opéré par les oiseaux, variable d'un individu à un autre. **PICARD et al. (2000)** ont montré que, quelle que soit la composition en matières premières de l'aliment, la préférence pour les particules de grande taille est conservée chez des poussins âgés déjà de 10 jours. Dans la mangeoire (mélange céréale et aliment complémentaire), les poulets auraient tendance à consommer les céréales en premier (**ROBINSON, 1985**). La quantité de grosses particules consommées est proportionnelle à leurs fréquences dans l'aliment. D'autres auteurs rapportent que les volailles ne sont en effet pas particulièrement friandes de particules fines et la présentation de l'aliment peut devenir un facteur limitant de la performance.

Ainsi, même avec un aliment présenté sous forme de farine, les volailles sélectionnent leur prise alimentaire en fonction de la taille relative des particules au bec, quelle que soit la

composition du régime (**PORTELLA et al., 1988 ; NIR et al., 1994 ; WAUTERS et al., 1997**). Ces préférences peuvent induire un tri particulière néfaste à l'ingestion d'une ration équilibrée pour tous les animaux. Il semble aussi que cette technique soit coûteuse à cause des équipements de mélange. Dans les grandes exploitations où l'alimentation est gérée par un programme informatique automatique, le coût d'acquisition de ces matériels de mélange et d'informatisation se révèle trop élevé (**FILMER, 1991 ; LE DOUARIN, 1997**).

III.3.3. Alimentation séparée 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.

III.3.3.1. 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**).

III.3.3.2. 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'aliments 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 (SCHOLTYSSEK *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).

III.3.4. Alimentation séquentielle

L'alimentation séquentielle est un mode d'alimentation, et 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 (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).

III.3.4.1. Avantages

Le principal avantage de cette méthode est la simplicité de sa mise en œuvre 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'aliments (8 heures), et un aliment formulé à partir d'un aliment complet duquel on a ôté la moitié du blé (30 % de protéines, 3060 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 heures 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 48 heures, 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**) cités par **KONE (2011)**. 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 48 heures,

permet des performances de croissance identiques à celles obtenues avec une alimentation complète (BOUVAREL *et al.*, 2004) cité par (BOUVAREL *et al.*., 2007).

III.3.4.2. 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 BOUVAREL *et al.* (2007) ont étudié son effet sur l'ingestion et ses conséquences sur les performances de croissance du poulet, ainsi que sur les consommations à court et moyen terme.

III.4. DONNEES 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 fut 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 forme 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).

III.4.1. 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 ou séquentielle. 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 (**SCHOLTYSSSEK 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 céréales entières consommées 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 (3050 kcal/kg), la consommation de blé entier ou de maïs concassés 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)**.

III.4.2. Performances de croissance et d'engraissement

Des poulets recevant un mélange de blé entier et un aliment complémentaire titrant 30 % de protéines brutes et 3060 kcal/kg entre 24 et 45 jours d'âge, avec un taux d'incorporation de blé croissant de 40 à 60 %, ont 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 entier, 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. En plus, 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 8e jour (50 %) au 22e jour (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, toutes les semaines, de 16 à 44 j. De même, des comptages bactériens au niveau iléal ont été effectués. À 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 (2430 ± 29 g) que chez les animaux consommant le régime standard au lieu de ($2\ 331 \pm 36$ g).

III.4.3. Indice de consommation

Une amélioration significative de l'indice de consommation (5 %) et un niveau de production identique (masse d'œufs) ont été obtenus avec du blé entier et un aliment complémentaire distribué aux poules à raison de 50 % de la ration avec un aliment complémentaire en distribution séquentielle adaptée par cycles de 24 h en quantités limitées aux besoins (120 g/j) comparés à ceux d'une alimentation complète (**NATHALIE et al., 2009**). Les poules ont légèrement moins 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 3060 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 au grain broyé.

III.4.4. Caractéristiques de la carcasse

Les animaux consommant des 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).

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 la taille du gésier et du pancréas. Chez les animaux ayant consommé le mélange aliment complémentaire-céréale, **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 tout 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 nourrit au grain peut-être valorisé commercialement (**NOIROT et al., 1998**) cités par **KONE (2011)**.

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. Notre étude se propose de contribuer à la levée de cette controverse.

DEUXIEME PARTIE : EXPERIMENTATION

CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

I. MATERIEL

I.1. PERIODE ET LIEU D'ETUDE

Le travail, réalisé du 18 juillet au 27 août 2011, a été conduit à l'École Inter - États des Sciences et Médecine Vétérinaires (EISMV) de Dakar dans un bâtiment semi - ouvert dont la toiture est faite de fibrociment.

I.2. CHEPTEL EXPERIMENTAL

L'essai a porté sur 400 poussins chair d'un jour de souche Cobb 500, non sexés provenant du couvoir de la SEDIMA. Ces poussins ont été élevés pendant trois semaines en groupe avant d'être mis en lot.

I.3. MATERIEL D'ELEVAGE ET DE CONTROLE DES PERFORMANCES

- ✓ Mangeoires
- ✓ Abreuvoirs
- ✓ Seaux, bidons et fûts
- ✓ Ampoules
- ✓ Litière (copeaux de bois)
- ✓ Tuyau
- ✓ Cadres grillagés
- ✓ Thermo-hygromètre
- ✓ Balance de précision de 1 à 3000 g
- ✓ Bagues d'identification
- ✓ Papier carton
- ✓ Pierres
- ✓ Matériels et produits de nettoyage et de désinfection (eau de javel, grésil, savon)
- ✓ Pédiluve
- ✓ Médicaments et matériels vétérinaires
- ✓ Aliments (commercial et expérimental)

II. METHODES

II.1. CONDUITE DE L'ELEVAGE

II.1.1. Préparation du bâtiment d'élevage

Deux (02) 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 dans 10 l d'eau. Les fenêtres du bâtiment ont été fermées avec du plastique noir pour éviter l'effet du vent et des pluies. Tout le matériel d'élevage (mangeoires et abreuvoirs, etc.) a été lavé et désinfecté avec de l'eau de javel.

A cinq (05) jours de l'arrivée des poussins, une deuxième désinfection du bâtiment au virucide (VIRUNETND) 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 renforcer les désinfections précédentes en éliminant tous les microbes encore présents.

La veille de la réception des poussins, une poussinière d'une superficie de 10 m², à raison de 40 poussins/m² au démarrage, a été mise en place à l'aide de cadres grillagés et recouverte d'une couche épaisse de 3 cm de litière de copeaux de bois. Le thermo-hygomètre a été installé dans le poulailler pour mesurer la température et l'hygrométrie à l'intérieur du bâtiment ; un pédiluve constitué d'eau additionnée de crésyl a été placé à l'entrée du bâtiment pour éviter de souiller l'aire d'élevage.

Trois (03) heures avant l'arrivée des poussins, les abreuvoirs, et mangeoires ont été placés dans la poussinière, après avoir été soigneusement lavés à l'eau de javel diluée.

II.1.2. Arrivée des poussins

Les poussins ont été récupérés après leur première vaccination dans un cabinet vétérinaire situé à Keur –Massar, puis transportés dans un véhicule jusqu'à l'EISMV (lieu d'élevage).

A la réception au poulailler, une pesée groupée a été faite pour déterminer le poids moyen des poussins et un contrôle individuel de l'état sanitaire des poussins a été réalisé (nombre, état de l'ombilic et des pattes, vivacité). Le poids moyen des poussins était de 43,4 g. Les animaux ont été élevés en groupe pendant trois semaines dans une poussinière confectionnée à l'aide de cadres grillagés à raison de 40 poussins/m². Une fois l'installation terminée (figure 5), les poussins ont été soumis au programme de prophylaxie en vigueur dans la région de Dakar (tableau IX).

Pendant cette phase d'élevage groupé, nous avons enregistré 6 cas de mortalité, dont 2 morts, le jour d'arrivée due à la chaleur et au stress du transport et 4 au cours de la phase démarrage, d'où la réalisation de l'essai avec un effectif de 394 poussins.



Figure 5 : Installation des poussins après leur arrivée

Source : Auteur

Tableau IX : Programme de prophylaxie appliqué

Age (jours) et Date	Opérations	Produits utilisés
1 18 juillet 2011	Vaccination contre la maladie de NEWCASTLE	Imopest (IM) HB1 (trempage de bec)
1, 2, 3,4, 18 juillet 2011 au 21 juillet 2011	Prévention des réactions post-vaccinales et du stress	Tétracolivit (eau de boisson)
9 27/07/2011	Vaccination contre la maladie de GUMBORO	Hipragumboro (eau de boisson)
9, 10, 11 27/07/2011 au 29/07/2011	Prévention des réactions post-vaccinales et du stress	Tétracolivit (eau de boisson)
12, 13, 14,15 30/07/2011 au 03/08/2011	Prévention de la coccidiose	Anticox (eau de boisson)
21 09/08/2011	Rappel du vaccin contre la maladie de NEWCASTLE	HB1 (eau de boisson)
21, 22,23 09/08/2011 au 11/08/2011	Prévention des réactions post-vaccinales et du stress	Tétracolivit (eau de boisson)
26 14/08/2011	Rappel vaccin contre la maladie de GUMBORO	Hipragumboro (eau de boisson)
26, 27, 28, 29,30 14/08/2011 au 19/08/2011	Vitaminothérapie	Amin'Total (eau de boisson)

II.1.3. Transfert, identification et mise en lot des poussins

Le soir du vingt unième (21) jour d'élevage, les poussins ont tous été transférés dans un autre bâtiment qui a subi les mêmes protocoles de désinfection. Ce bâtiment a une capacité de 600 poulets de chairs. Il faut noter que les animaux ont été identifiés à l'aide de bagues d'identification qui ont été posées au niveau de la membrane alaire droite (figure 6). Après des pesées individuelles (figure 7), les animaux ont été répartis en douze sous-lots de 32 à 33 sujets, de poids moyens homogènes, sur des superficies de 3,3 m² à raison de 10 sujets/m² (figure 8). Ainsi, trois sous - lots ont été prévus pour chacun des quatre traitements pour

faciliter les analyses statistiques. Les 394 poussins ont été répartis de façon homogène et alternée en sous - lots dans tout le bâtiment (figure 9) pour éviter l'effet bloc. Ainsi donc, les traitements ont été subdivisés comme suit :

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



Figure 6 : Poussin à trois semaines d'âge portant une bague d'identification

Source : Auteur

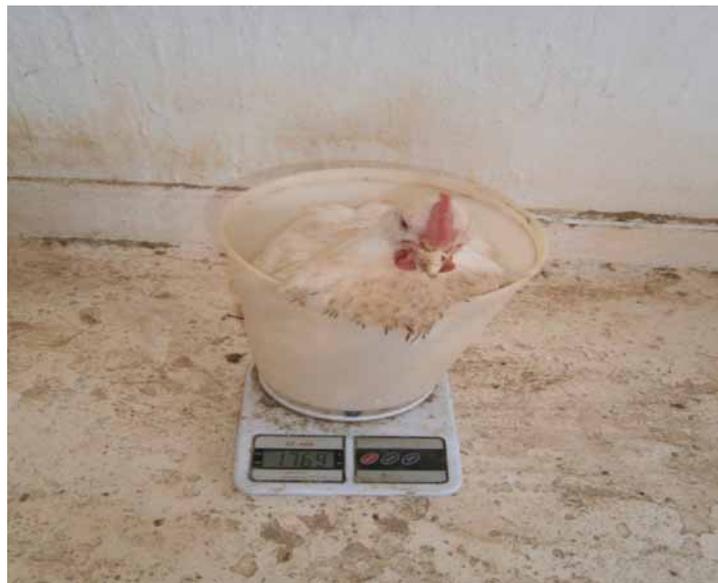


Figure 7 : Pesée individuelle hebdomadaire

Source : Auteur



Figure 8 : Mise en lots des poussins

Source : Auteur

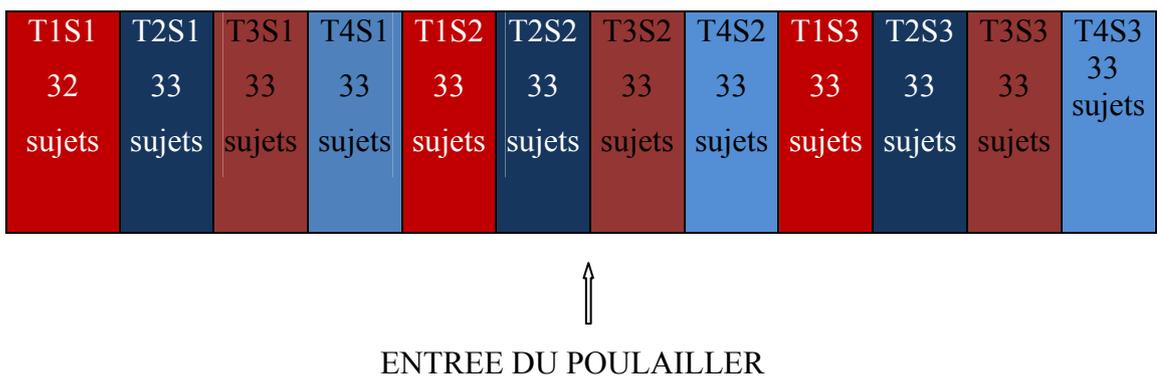


Figure 9 : Schéma de la répartition des sous traitements dans le poulailler et taille des sous-lots

II.1.4. Eclairage 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 avec des ampoules de 40 à 60 watts.

II.1.5. Aliments et alimentation des animaux

Durant les trois (03) premières semaines de vie en groupe, les poussins ont été nourris avec l'aliment industriel démarrage et croissance provenant de la NMA (Nouvelle Minoterie Africaine). L'aliment démarrage, a été utilisé les deux (02) premières semaines et l'aliment

croissance pendant la troisième semaine. A la fin de la troisième (03) semaine nous avons procédé à une transition alimentaire (tableau X), de cinq (05) jours avec l'aliment croissance de la NMA et l'aliment expérimental.

Tableau X : Conduite de la transition alimentaire

Dates	8/08/11	9/08/11	10/08/11	11/08/11	12/08/11
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, formulés et fabriqués au poulailler de l'EISMV. Les matières premières ont été achetées dans différents endroits (tableau XI).

Tableau XI : Matières premières et lieu d'achat

Matières premières	Lieu d'achat
Maïs broyé	AVISEN
Maïs grain	AVISEN
Tourteau d'arachide	AVISEN
Son de blé	AVISEN
Farine de poisson	AVISEN
Prémix : Lysine, Méthionine, CMV, phosphate bicalcique, carbonate de calcium, Fintox et Liptol	SO.VE.TA
Huile	Marché Tilen

Pendant toute la période d'élevage, l'eau et l'aliment ont été distribués *ad libitum*. 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 entier, maïs broyé) comme suit :

✓

le

traitement T1 ou témoin constitué du maïs broyé mélangé à l'aliment complémentaire (figure 10) 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).



Figure 10 : Maïs broyé mélangé au concentré protéique (T1)

Source : Auteur

✓

le

traitement T2 est composé de maïs grain entier mélangé au concentré protéique (figure 11) formant un aliment unique servi *ad libitum*.



Figure 11 : Maïs grain entier mélangé au concentré protéique (T2)

Source : Auteur

✓

Le

traitement T3 est composé de maïs broyé servi en alternance avec l'aliment complémentaire (figure 12) distribué selon des cycles de 16 heures de durée de séquences de 8 heures.



a : Maïs broyé

b : Concentré protéique

Figure 12 : Maïs broyé + concentré protéique en mode séquentiel (T3)

Source : Auteur

✓

Le

traitement T4 est constitué de maïs grain entier alterné avec l'aliment complémentaire (figure 13) selon des cycles de 16 heures de séquence de 8 heures.



a : Maïs grain entier

b : Concentré protéique

Figure 13 : Maïs entier + concentré protéique en mode séquentiel (T4)

Source : Auteur

La figure 14 présente le schéma de distribution des aliments en mode séquentiel (séquence de 8 h).

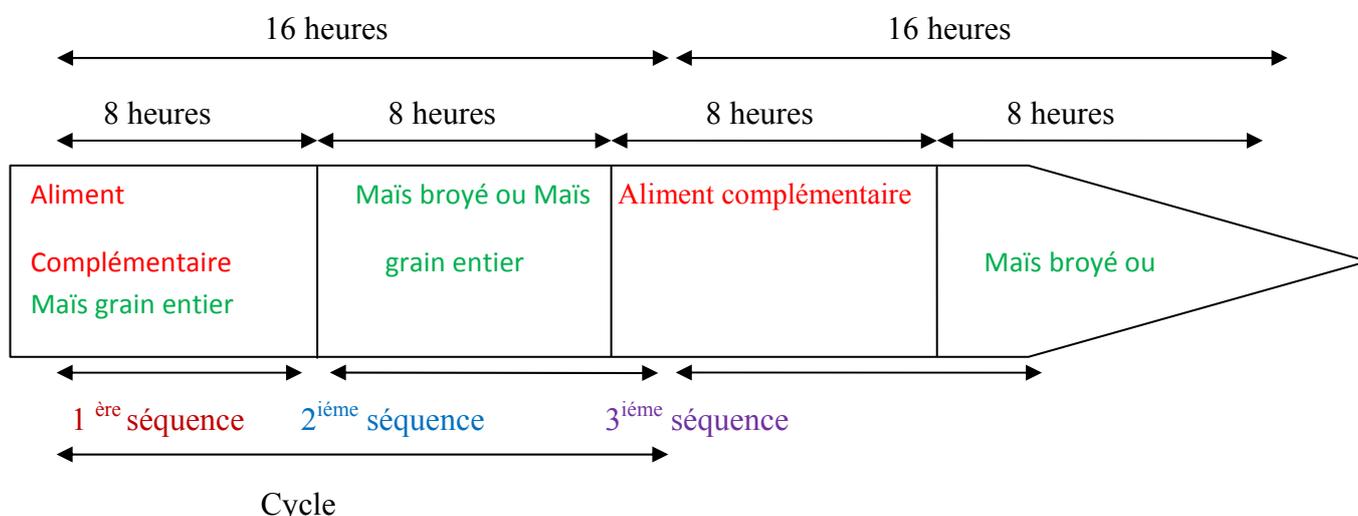


Figure 14 : Schéma de distribution de la ration en mode séquentiel

Source : **KONE (2011)**

La composition et les quantités alimentaires de ces rations sont présentées dans le tableau XII.

Tableau XII : Composition et quantité dans les différentes rations

Matières premières	Quantité (%)
Maïs grain entier ou broyé	60,23
Son de blé	3,58
Tourteau d'arachide	25,49
Farine de poisson	5
Huile	1,7
Lysine de synthèse	0,4
Méthionine de synthèse	0,13
Carbonate de calcium	0,5
Phosphate bicalcique	2,5
CMV poulet	0,25
Liptol	0,1
Fintox	0,12
TOTAL	100

Aliment mélangé
soit avec du maïs
grain entier ou
du maïs broyé

Aliment
énergétique

Aliment
complémentaire
(Concentré)

II.1.6. Paramètres étudiés

II.1.6.1. Paramètres d'ambiance

Les paramètres d'ambiance (température et hygrométrie) (annexe 1) 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.

II.1.6.2. 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 (TM) est le rapport du nombre de morts enregistrés pendant la période de l'élevage sur l'effectif total. Il s'exprime en pourcentage (%).

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

II.1.6.3. Performances zootechniques

II.1.6.3.1. Consommation alimentaire

La consommation alimentaire journalière des poulets a été obtenue grâce aux pesées quotidiennes de la quantité d'aliment distribuée et celle d'aliment refusée (Annexes n° 2). Ainsi, la consommation alimentaire journalière en ce qui concerne l'alimentation mélangée a été déterminée en faisant la différence entre la quantité d'aliment distribuée la veille et le refus du lendemain à la même heure. Quant à la consommation alimentaire journalière pour l'alimentation séquentielle elle a été déterminée en faisant la différence entre la quantité d'aliment (maïs broyé ou entier ; concentré protéique) distribuée et celle refusée par cycle 8h (3séquences de 8h).

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

Caj : Consommation alimentaire journalière

Caji : Consommation alimentaire journalière individuelle

II.1.6.3.2. Poids vif

A l'aide d'une balance électronique de précision, les oiseaux ont été pesés individuellement chaque semaine à partir de vingt et un (21) jours d'âge jusqu'à la fin de l'essai et les données collectées ont été enregistrées sur des fiches de pesées (Annexes n° 3).

II.1.6.3.3. 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 (GMQ). 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.

GMQ (g) = gain de poids (g) pendant une période/durée de la période (j).

II.1.6.3.4. Indice de consommation

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

IC= Quantité d'aliment consommée pendant une période (g) / gain de poids durant la période (j)

II.1.6.3.5. Rendement carcasse (RC)

Le rendement carcasse (RC) 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.

RC= Poids carcasse (g) / Poids vif à l'abattage (g) x 100

II.1.6.3.6. Evaluation économique

L'évaluation économique a été faite uniquement sur la base du coût alimentaire, les autres facteurs de production étant considérés identiques pour les différents traitements. Ainsi, le coût alimentaire de production du kilogramme de poids vif du poulet, la marge bénéficiaire (MB) brute sur le kilogramme de poids vif et sur le poulet produit ont été déterminés. Le coût

de production (CP) du kilogramme de poids vif a été obtenu en multipliant l'indice de consommation par le coût du kilogramme d'aliments.

II.1.6.3.7. Analyse statistique des données

Les différentes données recueillies et les variables étudiées ont fait l'objet d'une analyse statistique à l'aide du logiciel SPSS (Statistical Package for Social Science) par analyse de variance (ANOVA) au seuil de 5 %. En cas de différence significative, un test de Duncan a été utilisé pour comparer les variables deux à deux. A l'issue des analyses statistiques, les résultats obtenus ont été présentés dans le chapitre suivant.

CHAPITRE II : RESULTATS

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

II.1. PARAMETRES D'AMBIANCE

Pendant toute la période de l'essai, la température a varié entre 27,6 °C et 36,5°C et l'hygrométrie quant à elle, a varié entre 48 % et 70 % (tableau XIII), (annexe 1).

Tableau XIII : Evolution de la température et de l'hygrométrie dans le poulailler

TEMPERATURE (°C)			HYGROMETRIE (%)		
MINIMUM	MAXIMUM	MOYENNE	MINIMUM	MAXIMUM	MOYENNE
27,6	36,5	32,25	48	70	59,3

II.2. EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER OU BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE OU MELANGEE SUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE DES POULETS DE CHAIR

II.2.1. Evolution du poids vif

La figure 15 et le tableau XIV présentent l'évolution du poids vif des oiseaux des différents traitements durant l'essai. Au début de l'expérimentation (J21), il n'y avait aucune différence significative entre le poids vif moyen des oiseaux des différents traitements ($p > 0,05$). A J28 une augmentation pondérale est constatée dans tous les traitements, mais aucune différence significative n'est observée entre les poids vifs des différents traitements. A la cinquième

semaine d'âge, une différence significative a été notée ($p < 0,05$) et le poids vif moyen des oiseaux du lot témoin (T1) est de 1397,44 g contre respectivement 1430,74 g, 1383,33 g, 1413,33 g pour ceux des lots T2, T3, T4.

Les oiseaux ayant reçu le maïs grain en mélange (T2), ont le poids le plus élevé alors que le poids le plus faible a été enregistré chez les animaux qui ont consommé en alternance l'aliment complémentaire et le maïs broyé. Durant cette période, le mode alimentaire n'a pas influencé le poids des oiseaux. En effet, aucune différence significative n'a été observée entre les poids vifs moyens des animaux nourris au maïs broyé à 10 mm en mode séquentiel comme en mode mélangé (T1, T3) et ceux nourris au maïs entier (T2, T4). On note en général par rapport au témoin une amélioration pondérale de 2,32 % et de 1,12 % respectivement pour T2 et T4 dont les animaux sont nourris avec le maïs entier et une baisse de 1,02 % pour le traitement T3.

Les poids moyens ont été respectivement sur l'ensemble de l'essai pour les traitements T1, T2, T3, T4 de 1587,36 g, de 1681,62 g, de 1586,71 g et de 1629,15 g. Les poids vifs des oiseaux des traitements T1, T3, T4 sont significativement différents de ceux du traitement T2. Sur l'ensemble de l'essai, l'alimentation mélangée avec le maïs grain entier a donné les meilleurs poids vifs moyens suivie de l'alimentation séquentielle avec le maïs grain entier.

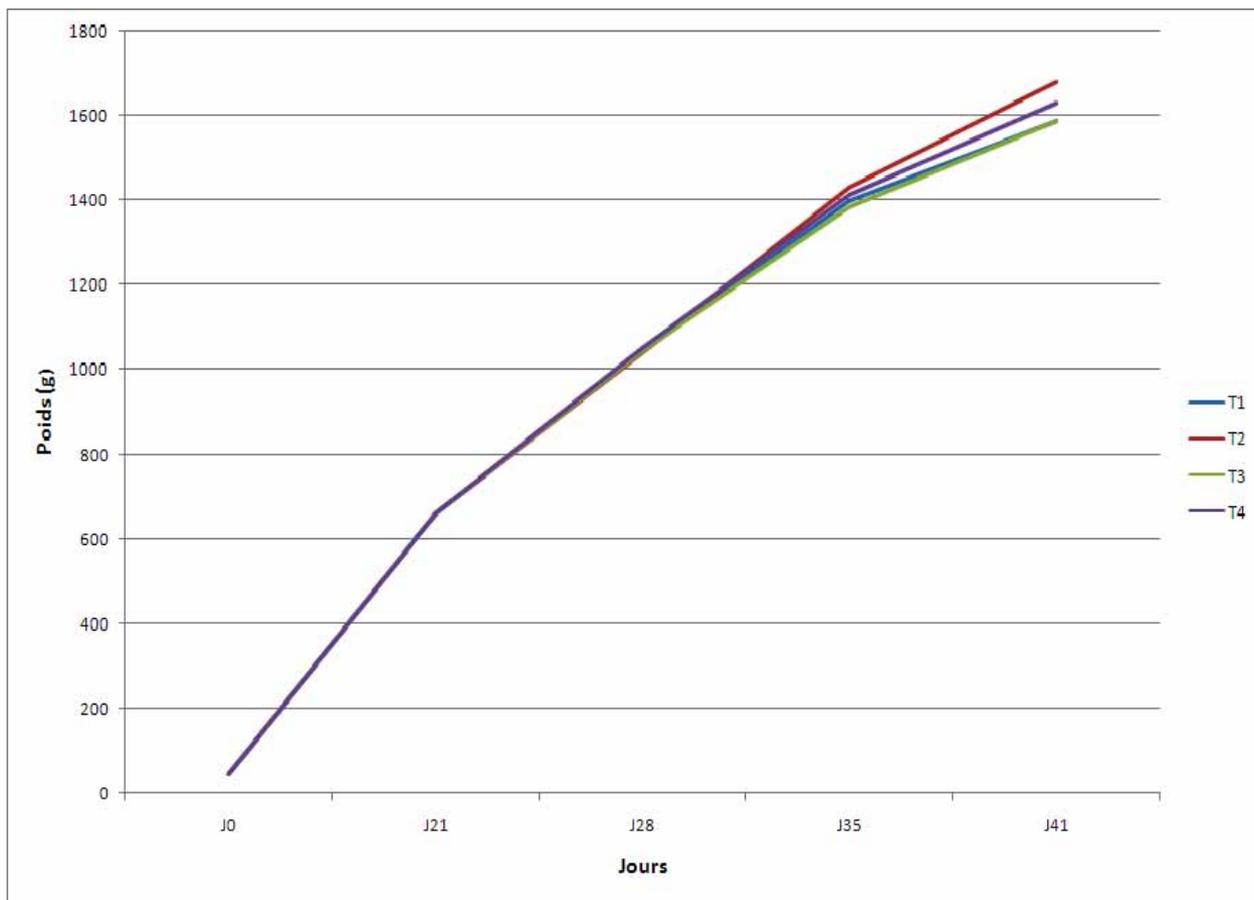


Figure 15 : Effets du maïs grain entier ou broyé en alimentation mélangée ou séquentielle sur le poids vif moyen des poulets en fonction du temps et des différents traitements

Tableau XIV : Effets du maïs grain ou broyé en alimentation mélangée ou séquentielle sur le poids vif moyen des poulets en fonction du temps et des différents traitements

Poids vif (g)	Traitements				Signification
	T1	T2	T3	T4	
J21	661,19±101 _a	659,88±0,92 _a	659,86±1,08 _a	660,56±2,57 _a	ns
J28	1046,89±13,9 _a	1042,55±11,2 _a	1044,05±7,14 _a	1050,95±12,7 _a	ns
J35	1397,44±13,1 _a	1430,74±14,8 _c	1383,33±22,0 _a	1413,33±3,6 _c	*
J41	1587,36±9,74 _a	1681,62±12,74 _b	1586,71±41,47 _a	1629,15±4,94 _a	*

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, $p < 0,05$.

II.2.2. Evolution du gain moyen quotidien (GMQ)

L'évolution du GMQ en fonction du temps et des traitements est représentée par la figure 16 et le tableau XV. A la troisième semaine, aucune différence significative n'est notée entre les GMQ des oiseaux des différents traitements ($p > 0,05$). Cependant, à partir de la 4^{ème} semaine, les GMQ diffèrent d'un traitement à un autre ($p < 0,05$), le GMQ des oiseaux du traitement témoin (50,07 g) est inférieur aux GMQ dans les traitements (T2) et (T4), mais supérieur au GMQ des oiseaux du traitement (T3). On note des améliorations de 9,70%, de 3,26 %, respectivement, au niveau des GMQ des oiseaux des traitements T2 et T4, et une baisse de 3,32 % pour le traitement T3 comparativement au témoin au cours de cette période. Ces valeurs ont connu de remarquables baisses entre la 5^{ème} et la 6^{ème} semaine, comparativement à la 4^{ème} semaine de 84,55 %, de 54,75 %, de 66,81 % et de 67,88 % respectivement pour les traitements T1, T2, T3, T4. Sur l'ensemble de l'essai et par rapport au traitement témoin, les GMQ des oiseaux des traitements T2, T3, T4 ont été améliorés de 7,75 %, de 0,024 %, et de 3,48 %. Les meilleurs GMQ sont enregistrés chez les animaux nourris au maïs grain entier ; les oiseaux des traitements T2 ont affiché le meilleur GMQ (43,83 g), suivis de ceux du traitement T4 (41,89 g) et enfin du traitement T3 (40,44 g).

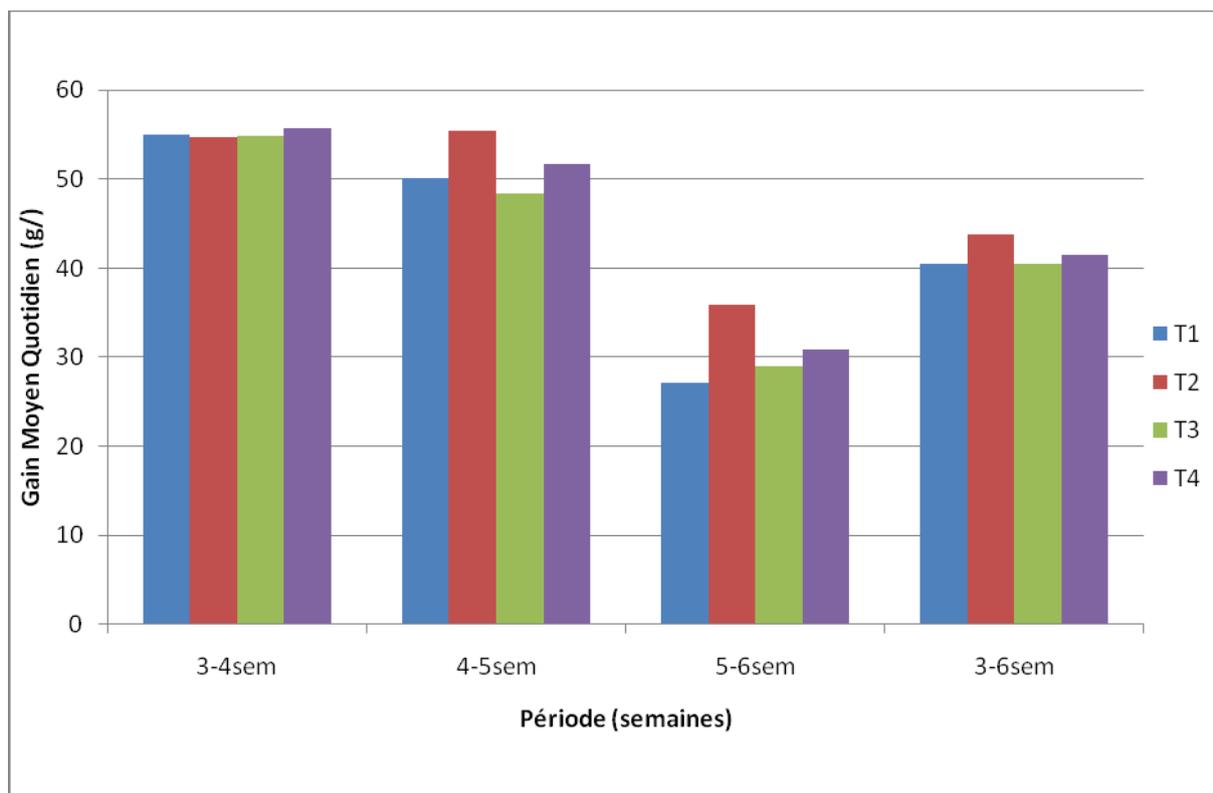


Figure 16 : Effets du maïs grain entier ou broyé en alimentation mélangée ou séquentielle sur le gain moyen quotidien des oiseaux en fonction du temps et des traitements

Tableau XV : Effets du maïs grain entier ou broyé en alimentation mélangée ou séquentielle sur le gain moyen quotidien des oiseaux en fonction du temps et des traitements

GMQ (g/j)	Traitements				Signification
	T1	T2	T3	T4	
3-4sem	55,09±1,99 _a	54,66±1,63 _a	54,88±1,05 _a	55,77±1,82 _a	ns
4-5sem	50,07±0,39 _a	55,45±1,57 _b	48,46±3,70 _a	51,76±2,04 _{ab}	*
5-6sem	27,13±3,26 _a	35,83±0,48 _b	29,05±2,79 _a	30,83±1,22 _a	*
3-6sem	40,43±0,29 _a	43,83±0,38 _c	40,44±1,19 _a	41,89±7,41 _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, $p < 0,05$.

II.3. 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

II.3.1. Evolution de la consommation alimentaire

La figure 17 et le tableau XVI montrent l'évolution de la consommation alimentaire des oiseaux des différents traitements au cours de l'essai. Au début de l'expérience à J21, l'analyse statistique ne révèle aucune différence significative entre la consommation alimentaire des oiseaux des différents traitements ($p > 0,05$). Toutefois, à partir de la quatrième semaine, une différence significative a été observée entre les consommations alimentaires des oiseaux des différents traitements ($p < 0,05$). Durant cette période, les oiseaux des traitements T1, T2, T3 et T4 ont consommé par jour respectivement 103,63 g, 105,39 g, 126,47 g et 112,10 g d'aliment. Tout au long de l'essai, 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 15,50 %, de 14,61 %, et de 21,64 %, comparativement au traitement témoin. De même, entre la cinquième et la sixième semaine la consommation alimentaire des autres traitements par rapport au traitement témoin reste élevée avec une supériorité de la consommation alimentaire des animaux du traitement T3.

Au terme de l'essai, une différence significative est observée en fonction du mode alimentaire, avec une consommation plus élevée chez les animaux soumis à l'alimentation séquentielle ; la consommation alimentaire des oiseaux du traitement témoin (T1) est restée la plus faible (115,09 g). L'amélioration de la consommation alimentaire a été de 19,95 % et de 15,67 % notée respectivement au niveau des traitements T3 et T4 par rapport au témoin.

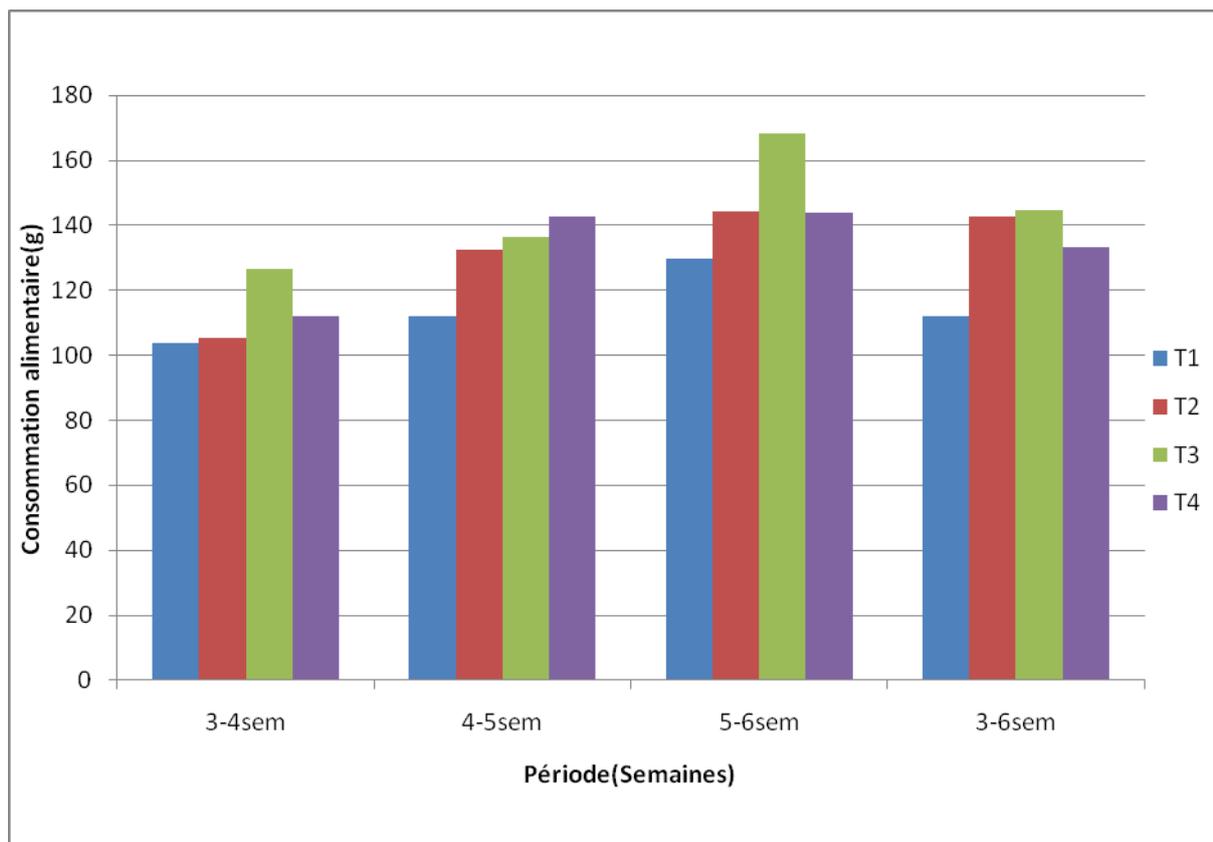


Figure 17 : Effets du maïs grain entier ou broyé en alimentation mélangée ou séquentielle sur la consommation alimentaire moyenne des oiseaux en fonction du temps et des différents traitements

Tableau XVI : Effets du maïs grain ou broyé en alimentation mélangée ou séquentielle sur la consommation alimentaire moyenne des oiseaux en fonction du temps et des différents traitements

CA	Traitements				Signification
	T1	T2	T3	T4	
3-4sem	103,63±14,39 _a	105,39±7,38 _a	126,47±23,48 _a	112,10±7,77 _a	ns
4-5sem	111,87±5,51 _a	132,40±4,98 _b	136,48±5,16 _{bc}	142,77±2,34 _d	*
5-6sem	129,77±6,97 _a	144,19±3,93 _{ab}	168,39±5,48 _b	144,52±24,43 _{ab}	*
3-6sem	115,09±4,60 _a	127,33±2,30 _a	143,78±6,00 _c	133,13±5,44 _b	*

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

II.3.2. Evolution de l'indice de consommation

Le tableau XVII et la figure 18 montrent les évolutions périodique et globale de l'indice de consommation, au cours de la période de l'essai. Ces évolutions n'ont pas été uniformes tout au long de l'essai.

Dès la troisième semaine, on note une différence significative entre les différents traitements ($p < 0,05$). Le traitement T3 affiche le plus mauvais indice de consommation avec une valeur de 2,46, suivi du traitement T4 (IC= 2,11) et du traitement T2 (IC= 2,00) et enfin le traitement témoin qui a donné le meilleur indice de consommation T1 (IC=1,93). A partir de la 4^{ième} semaine, on note une détérioration des indices de consommation dans tous les traitements. Cette détérioration est accentuée au cours de la 5^{ième} semaine et est de 62,37 % (T1), de 52,94 % (T2), de 59,93 % (T3) et de 57,37 % (T4) par rapport à la 3^{ième} semaine. Sur l'ensemble de l'essai, les oiseaux soumis à l'alimentation séquentielle (T3 et T4) ont enregistré les indices de consommation les moins bons de 3,98 (T3) et de 3,47 (T4). Les animaux des traitements à base de maïs mélangé ont enregistré les meilleurs indices de consommation avec 3,02 (T2) suivi de 3,27 (T1).

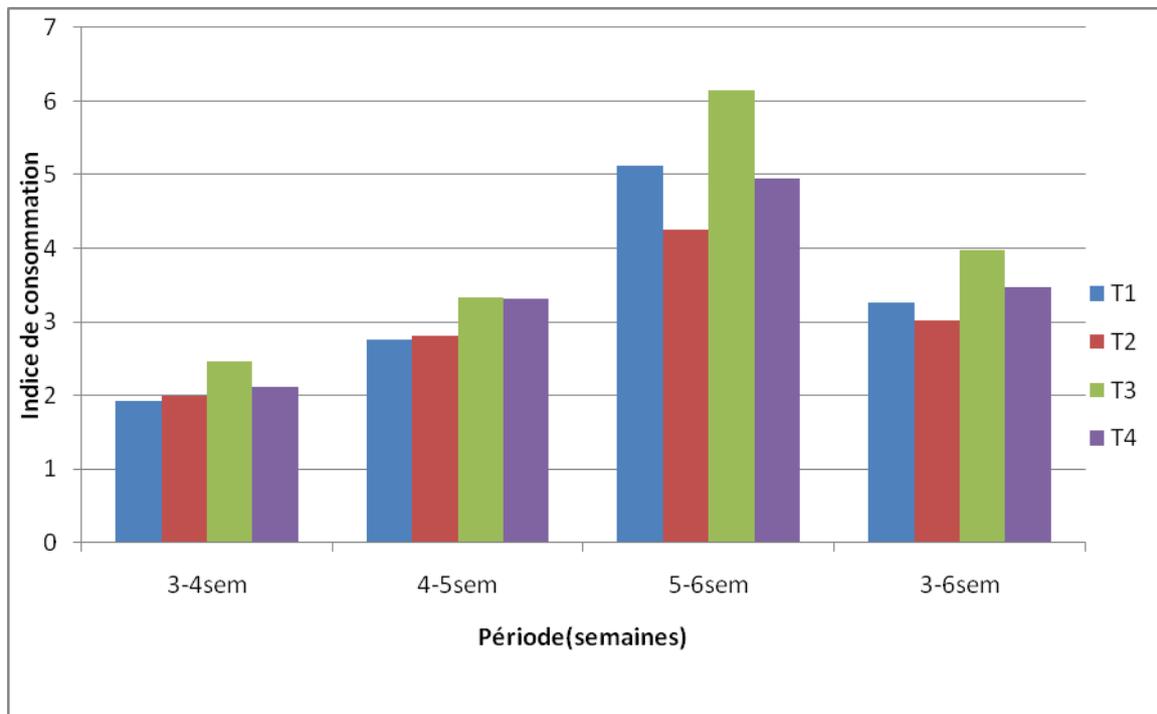


Figure 18 : Effets du maïs grain entier ou broyé en alimentation mélangée ou séquentielle sur l'indice de consommation alimentaire des oiseaux en fonction du temps et des différents traitements

Tableau XVII : Effets du maïs grain entier ou broyé en alimentation mélangée ou séquentielle sur l'indice de consommation des oiseaux

IC	Traitements				Signification
	T1	T2	T3	T4	
3-4sem	1,93±0,33 _a	2,00±0,14 _a	2,46±0,19 _b	2,11±0,11 _{ab}	*
4-5sem	2,75±0,33 _a	2,81±0,14 _a	3,34±0,22 _b	3,32±0,15 _b	*
5-6sem	5,13±0,38 _a	4,25±0,17 _a	6,14±0,51 _b	4,95±0,81 _a	*
3-6sem	3,27±4.25 _{ab}	3,02 ±4.44 _a	3,98±0.25 _c	3,47±0.34 _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, $p < 0,05$.

II.4. EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER OU BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE OU MELANGEE SUR LES CARACTERISTIQUES DE CARCASSES DES POULETS DE CHAIR

Le tableau XVIII et les figures 19 et 20 représentent 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 1395,19 g, de 1482,10 g, de 1394,27 g et de 1434 g pour les traitements T1, T2, T3 et T4, ceci correspond comparé au témoin T1, à des améliorations de 5,86 %, et de 2,70 % et une diminution de 0,065 % (T3). Le poids le plus faible est enregistré chez les oiseaux du traitement T3, tandis que ceux du traitement T2 ont donné le meilleur poids.

En ce qui concerne les rendements carcasse (figure 20), aucune différence significative n'a été observée entre les différents traitements. Les rendements carcasses ont été de 87,86 %, de 88,16 %, de 87,90 % et de 88,03 % respectivement pour les traitements T1, T2, T3 et T4.

Au terme de notre essai, les oiseaux soumis à l'alimentation mélangée avec du maïs grain entier (T2) ont eu les meilleurs poids et rendement carcasse suivi du traitement avec le maïs entier séquentiel (T4).

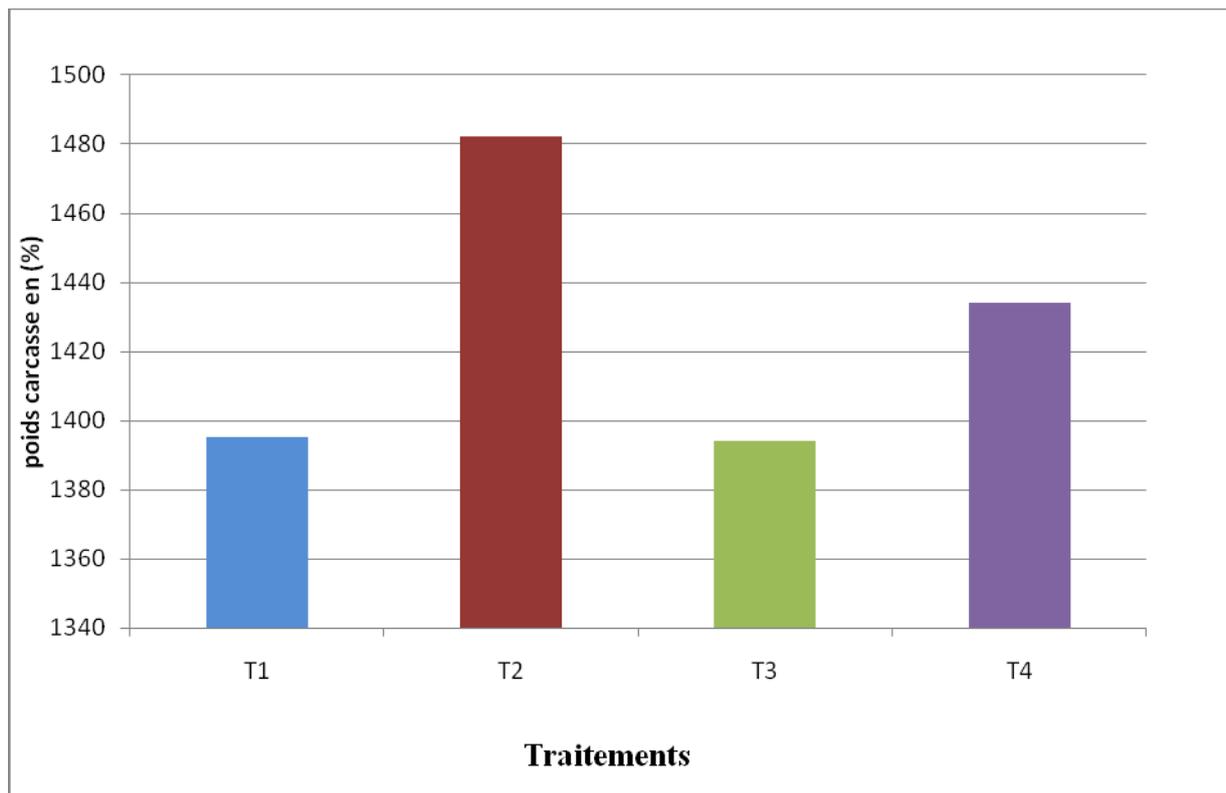


Figure 19 : Effet du maïs grain entier ou broyé en alimentation séquentielle ou mélangée sur le poids carcasse moyen des animaux des quatre traitements.

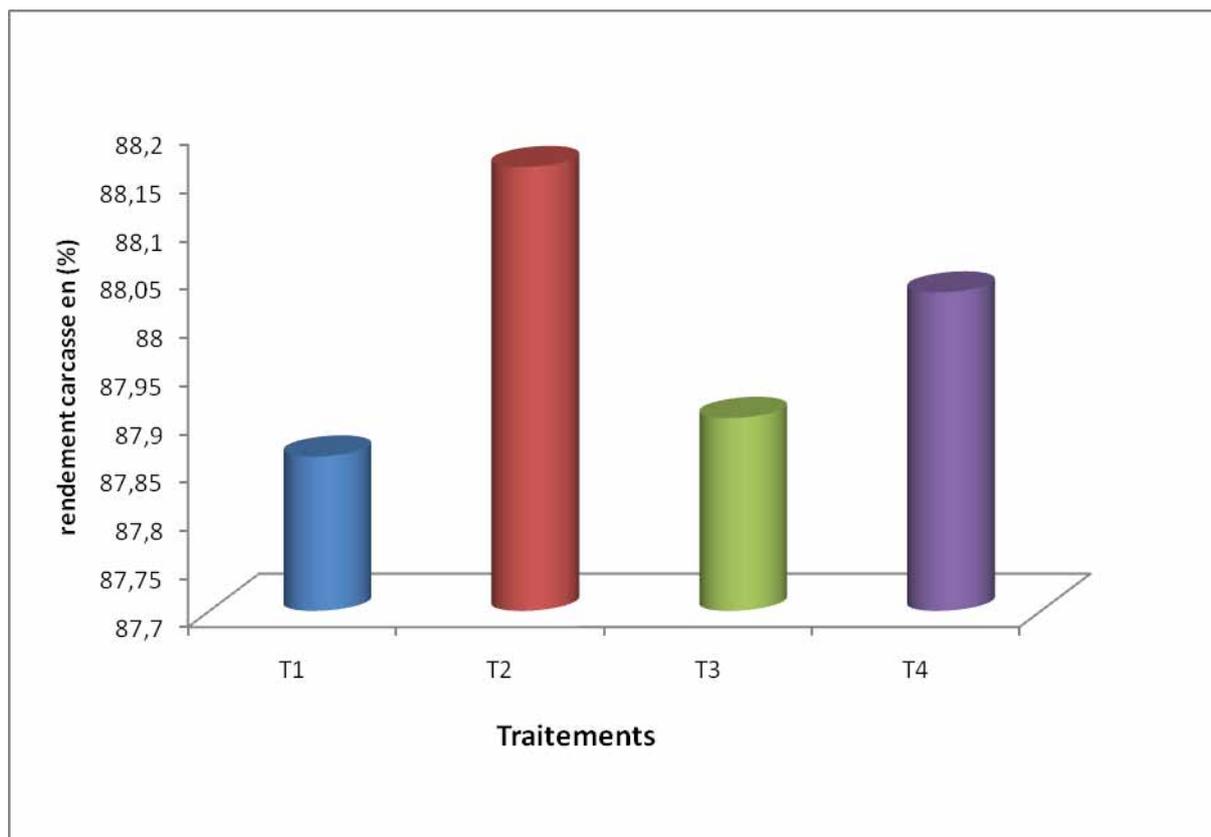


Figure 20 : Effet du maïs grain entier ou broyé en alimentation mélangée ou séquentielle sur le rendement carcasse des animaux des quatre traitements

Tableau XVIII : Effets du maïs grain entier ou broyé en alimentation mélangée ou séquentielle sur les caractéristiques d'abattage des oiseaux

Carcasse	Traitements				Signification
	T1	T2	T3	T4	
PC (g)	1395,19±30,2 _a	1482,10±22,05 _b	1394,27±53,76 _a	1434,01±48,56 _{ab}	*
RC (%)	87,86±2,01 _a	88,16±0,93 _a	87,90±1,00 _a	88,03±2,70 _a	ns

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

II.5. EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER OU BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE OU MELANGEE SUR LES MORTALITES CHEZ LES POULETS DE CHAIR

Les mortalités ont été réparties sur toute la durée de l'élevage (Tableau XIX). Les mortalités chez les sujets ont été essentiellement dues aux coups de chaleur. Tout au long de l'essai, aucun cas de pathologies de locomotion ni d'ascite n'a été observé. Un taux de mortalité global de 1,75 % a été enregistré entre J 0 et J 42 dont 1 % avant l'essai (J 0 – J 21) et 0,75 % pendant la période d'essai. Evalués par traitement, des taux de mortalité de 1,02 % et de 2,02 % respectivement ont été enregistré, pour les traitements T1 et T3. Les traitements T2 et T4 n'ont enregistré aucune mortalité sur toute la période de l'essai. Le traitement T3 a enregistré le plus grand nombre de morts, a peu près le double de celui du traitement témoin. Les animaux ayant été nourris au maïs grain entier en alimentation séquentielle ou mélangée, n'ont enregistré aucune mortalité.

Tableau XIX : Effets du maïs grain ou broyé en alimentation mélangée ou séquentielle sur la mortalité chez les oiseaux

	Avant l'essai (J0-J21)	T1	T2	T3	T4	Total
Effectif	398	98	99	99	98	394
Nombre de morts	4	1	-	2	-	3
Taux de mortalité/Traitement (%)	-	1,02	-	2,02	-	0,76
Taux de mortalité globale (%)	1	0,75				1,75

II.6. EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER OU BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE OU MELANGEE SUR LA RENTABILITE ECONOMIQUE

L'alimentation a été la seule charge prise en compte au niveau des coûts de production dans l'analyse économique effectuée (Tableau XX), les autres charges intervenant dans la production étant considérées comme égales par ailleurs dans les quatre traitements. Le prix au kilogramme de l'aliment a été de 225,87 FCFA pour tous les traitements. Toutefois, le coût de broyage du maïs n'a pas été pris en compte dans le prix au kilogramme de l'aliment, le maïs broyé et le maïs entier ont été achetés au même prix dans cette étude.

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

Paramètres	Traitements			
	T1	T2	T3	T4
Prix du kg d'aliment (FCFA)	225,87	225,87	225,87	225,87
Indice de consommation (3-4semaines)	1,93	2	2,46	2,11
Coût production/kg PV (FCFA)	436 _{ac}	452 _a	555,64 _b	476,58 _c
Prix de vente du kg PC (FCFA)	1600	1600	1600	1600
Marge bénéficiaire brute (FCFA)/kg PC	1164 _{ab}	1148 _a	1044,36 _b	1123,42 _c
MMN/ témoin (FCFA)/kg	0	16	-119,64	- 40,58

a, b, c: les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'une même ligne sont significativement différentes.

A l'issue de l'analyse économique de notre expérimentation, il ressort que les marges monétaires nettes des traitements T3 et T4 ont été inférieure à celle du traitement témoin (T1). Le traitement T2 a donné une marge monétaire nette de plus de 16 FCFA par rapport au témoin. Comparativement au témoin, des pertes de 119,64 FCFA et de 40,58 FCFA ont été respectivement réalisées sur le kilogramme de poids vif produit au niveau des traitements T3 et T4. Le prix de production du kilogramme de carcasse a été significativement différent au niveau des traitements T3 et T4. Cependant, aucune différence n'a été observée au niveau de celui des traitements T1 et T2.

La meilleure marge bénéficiaire est réalisée chez les oiseaux soumis à l'alimentation mélangée avec du maïs grain entier (T2), suivie de celle des oiseaux ayant consommé du maïs entier en alimentation séquentielle (T4) et enfin celle des animaux nourris avec le maïs broyé séquentiel (T3). Les marges bénéficiaires des traitements T1 et T2 sont similaires, alors que celles des traitements T3 et T4 sont significativement différentes.

CHAPITRE III : DISCUSSION

III.1. EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER OU BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE OU MELANGEE SUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE DES POULETS DE CHAIR

III.1.1. Effets de la taille particulière sur le poids vif et le gain moyen quotidien

Dans l'alimentation mélangée, les poids vifs des oiseaux ayant consommé le maïs entier et ceux des animaux ayant consommé du maïs broyé sont significativement différents. Les animaux du traitement T2 (entier mélangé) ont un poids supérieur à ceux du traitement T1 (broyé mélangé). Ces résultats diffèrent de ceux obtenus par **KONE (2011)** et par **ROSE et al. (1995)** cités par **NOIROT et al. (1998)** avec du blé entier aux taux d'incorporation de 40 % à 60 %. Ces auteurs n'ont observé aucune différence entre les poids vifs des animaux nourris avec du maïs broyé ou grain entier en mode mélangé. Cette variation de résultats pourrait être liée à la période de notre expérimentation (saison chaude). En effet, l'élévation de la température du poulailler se traduit toujours chez le poussin et le poulet par la baisse de la prise alimentaire avec un risque de carence en éléments minéraux **OGUNMODEDE et al. (1987)**.

Le faible poids constaté chez les animaux soumis au régime broyé serait lié à l'habitude des oiseaux au tri particulière. 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.

La supériorité du gain moyen pondéral des animaux du traitement T2 (43,83 g) sur ceux du traitement T1 (40,43 g) s'expliquerait par une dégradation progressive de la consommation alimentaire des animaux soumis au régime avec du maïs broyé avec l'âge et par conséquent du GMQ.

En ce qui concerne l'alimentation séquentielle, elle n'a pas influencé le poids vif des animaux nourris à base de maïs grain entier ou broyé. Cependant, une légère supériorité de 2,67 % du poids vif des animaux ayant consommé le maïs entier a été observé par rapport à celui des oiseaux nourris avec le maïs broyé. Ceci s'expliquerait par le fait que le maïs grain entier aurait induit un développement du gésier des oiseaux, ce qui favoriserait la digestion et par conséquent une meilleure valorisation de l'aliment. Nos résultats corroborent ceux de **KONE (2011)** et de **ROSS et al. (1995)** qui ont trouvé que les poulets présentent des performances zootechniques identiques lorsqu'ils sont nourris avec des céréales entières ou broyées.

Les oiseaux du traitement T4 ont affiché une croissance pondérale significativement différente de ceux du traitement T3 dans notre étude. Ceci pourrait se justifier par une meilleure valorisation du maïs grain entier par les animaux du traitement T4. De même sur toutes les trois semaines de l'expérimentation, le gain moyen quotidien des animaux nourris avec du maïs grain a été au dessus de ceux nourris avec du maïs broyé. ceci pourrait être justifié par la période de transition alimentaire relativement longue (5 jours) qui aurait permis aux oiseaux de s'habituer au grain avant le démarrage de la phase expérimentale.

III.1.2. Effets comparés de l'alimentation séquentielle ou mélangée sur le poids vif et le gain moyen quotidien

Sur l'ensemble de l'essai, que ce soit en alimentation mélangée ou séquentielle aucune différence n'a été observée au niveau du GMQ et du poids des animaux nourris à base du maïs broyé. Cela s'expliquerait par la capacité de régulation des oiseaux de leur besoin énergétique et protéique en fonction de l'aliment proposé ; que l'aliment soit distribué dans le temps ou mélangé, les oiseaux auraient consommé la quantité nécessaire pour leurs besoins nutritionnels. Nos résultats sont contraires à ceux de **GABRIEL et al. (2005)** qui ont obtenu chez les oiseaux consommant du blé en alimentation séquentielle des performances de croissance plus élevées que chez les animaux consommant le régime standard.

Quant à l'alimentation avec le maïs grain entier, une amélioration du GMQ de 4,4 % a été observée chez les animaux en mode mélangé par rapport à ceux du mode séquentiel. Ces résultats sont en accord avec les observations de **SCHOLTYSSEK et al. (1983)** qui ont rapporté des échecs de l'alimentation séquentielle. Ainsi, ces auteurs 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.

III.2. EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER OU BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE OU MELANGEE SUR LA CONSOMMATION DES POULETS DE CHAIR

III.2.1. Effets de la taille particulière sur la consommation alimentaire

Dans le mode mélangé, aucune différence significative n'a été observée au niveau de la consommation alimentaire globale ($127,33 \pm 2,3$ g) des oiseaux nourris au maïs entier et celle des oiseaux nourris avec le maïs broyé ($115,09 \pm 4,6$ g). Nos résultats sont inférieurs à ceux

de **KONE (2011)** qui a obtenu ($7053 \pm 2,20$ g) pour les oiseaux nourris au maïs entier et ($6950 \pm 1,97$ g) pour les oiseaux nourris avec le maïs broyé, mais vont dans le même sens que les résultats de cet auteur qui a constaté une augmentation de la consommation du maïs grain entier en fonction de l'âge des animaux en mode mélangé. En effet, les oiseaux préféreraient les aliments de grande taille faciles à la préhension par le bec qui augmente de taille avec l'âge. De même **QUENTIN et al. (2005)** 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 des moutures de 8 à 12 mm. Des résultats similaires ont été obtenus par **PICARD et al. (2000)**. Cette augmentation 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. D'autres auteurs ont fait le même constat **QUENTIN et al. (2005)**; **NIR et al. (1994)**; **WAUTERS et al. (1997)**.

Quant à l'alimentation séquentielle, la consommation alimentaire des animaux nourris au maïs broyé a été supérieure à celle des animaux qui ont consommé le maïs grain entier sur l'ensemble de l'essai. Nos résultats sont différents de ceux de **KONE (2011)** qui n'a observé aucune différence au niveau de ce paramètre entre les traitements T3 et T4. La supériorité de la consommation du maïs broyé par rapport au maïs grain entier s'expliquerait par le fait que la digestion des céréales entières durerait plus que celle des céréales broyées à cause de l'indisponibilité des contenus intracellulaires du maïs grain entier. En effet, l'augmentation de la taille particulière 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 grandes tailles 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.

III.2.2. Effets comparés de l'alimentation séquentielle ou mélangée sur la consommation alimentaire

De manière globale, le mode alimentaire a influencé significativement la consommation alimentaire ($p < 0,05$). L'alimentation séquentielle avec le maïs broyé (143,78 g) a enregistré la consommation la plus élevée suivie de l'alimentation séquentielle avec le maïs entier (133,13 g). 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. Ces résultats corroborent ceux de **KONE (2011)** qui a noté une supériorité de la quantité d'aliment consommée en régime séquentiel par rapport au régime mélangé.

La consommation alimentaire (grain ou broyé) en mode mélangé a affiché les plus petites valeurs. Ceci serait dû aux effets néfastes de l'alimentation mélangée. En effet, l'aliment étant présenté dans la même mangeoire (céréales + aliment complémentaire) les poulets auraient tendance à consommer les céréales en premier, faisant donc un tri particulière. Ce phénomène, serait néfaste à l'ingestion d'une ration équilibrée pour tous les animaux (**ROBINSON et al., 1985 ; WAUTERS et al., 1997**).

III.3. EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER OU BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE OU MELANGEE SUR L'INDICE DE CONSOMMATION DES POULETS DE CHAIR

III.3.1. Effets de la taille particulière sur l'indice de consommation

Sur l'ensemble de l'essai, la taille particulière n'a pas influencé les indices de consommation des oiseaux en mode mélangé ($p > 0,05$). Nos résultats corroborent ceux de **ROSE et al. (1995)** qui ont trouvé que les poulets recevant un mélange de blé entier et un aliment complémentaire titrant 30 % de protéines brutes et 3060 kcal/kg entre 24 et 45 jours d'âge avec un taux d'incorporation de blé croissant de 40 à 60 %, ont présenté les mêmes gains de poids et indice de consommation que ceux recevant un aliment complet au cours de la même période. Cependant, nos résultats sont contraires à ceux de **ALLANONTO (2011)** qui a obtenu une réduction de l'indice de consommation de 2,7 % chez les animaux nourris au maïs grain entier par rapport à ceux nourris au maïs broyé associé à un concentré mélangé. Cette différence s'expliquerait par la consommation alimentaire des oiseaux qui était restée identique avec du maïs grain ou broyé. Bien que la consommation au cours de la cinquième et sixième semaine des oiseaux nourris à base de maïs grain entier associé à un concentré protéique a été supérieure et significativement différente de celle des oiseaux nourris avec du maïs broyé associé à un concentré protéique, les indices de consommation sont restés identiques. Ceci laisserait penser à une meilleure valorisation du maïs broyé que le grain.

Concernant l'alimentation séquentielle, les indices de consommation des animaux du traitement T3 et ceux du traitement T4 ont été significativement différents. Nos valeurs obtenues (3,9 pour le maïs broyé et 3,4 pour le maïs entier) en mode séquentiel ont été moins

bon par rapport à celles obtenues par **KONE (2011)** (2,09 pour le maïs grain entier et broyé). Cet auteur n'a trouvé aucune différence entre les indices de consommation des animaux dans l'alimentation séquentielle. Les variations de ces résultats pourraient être liées à la période d'étude (période chaude). L'indice de consommation des animaux soumis à l'alimentation séquentielle avec du maïs grain entier, bien qu'il soit mauvais, est inférieur à celui des animaux soumis à l'alimentation séquentielle avec le maïs broyé. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les particules de grande taille entraînent une augmentation de poids du gésier qui aurait un effet favorable à la digestion des protéines : une relation positive a en effet été observée entre la taille des gésiers et les digestibilités individuelles (**MAISONNIER et al., 1999**).

III.3.2. Effets comparés de l'alimentation séquentielle et mélangée sur l'indice de consommation

Dans cette étude, le mode alimentaire a significativement influencé l'indice de consommation des oiseaux qu'ils soient nourris avec du maïs grain entier ou broyé. L'alimentation mélangée, même si les indices de consommation qu'elle a permis ont été mauvais par rapport à celle de **KONE (2011)**, ils restent meilleurs par rapport aux indices de l'alimentation séquentielle. Nos résultats sont contraires à ceux de **KONE (2011)** qui observe que l'alimentation séquentielle bonifie l'indice de consommation par rapport à l'alimentation mélangée. **VILARINO et al. (1996)** ont montré que le temps passé à manger est plus élevé lorsque l'aliment est présenté sous forme de mélange.

III.4. EFFETS DU MAÏS ENTIER OU BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE OU MELANGEE SUR LES CARACTERISTIQUES DE CARCASSE DES POULETS DE CHAIR

III.4.1. Effets de la taille particulaire sur les caractéristiques de carcasses des poulets de chair

L'analyse statistique a révélée chez les animaux nourris au maïs grain entier mélangé au concentré protéique, une différence significative sur les poids carcasses par rapport à ceux nourris avec du maïs broyé mélangé avec un aliment complémentaire. Ce résultat pourrait s'expliquer par la différence relevée au niveau de l'ingestion et de l'efficacité alimentaire. Au niveau du rendement carcasse, aucune différence n'a été observée bien que ce dernier dépend certes du poids vif à l'abattage, du poids carcasse, mais aussi d'autres paramètres tels que le

poids des viscères. Nos résultats sont comparables à ceux de **ALLANONTO (2011)** qui a observé une différence significative de poids carcasses des oiseaux à 42 jours en mode mélangé (maïs grain ou broyé).

Dans l'alimentation séquentielle, la taille particulaire n'a pas influencé les performances d'abattage (poids et rendement carcasse) des oiseaux. Cependant, les performances de carcasse des oiseaux nourris avec du maïs grain ont été supérieures à celles des oiseaux nourris à base du maïs broyé. Cette supériorité des performances d'abattage serait liée à l'augmentation du poids des organes du tractus digestif dû à la consommation du maïs grain entier. En effet, selon **MAISONNIER et al. (1999)** les particules de grande taille entraînent une augmentation de poids du gésier qui aurait un effet favorable à la digestion des protéines : une relation positive a en effet été observée entre la taille des gésiers et les digestibilités individuelles.

III.4.2. Effets comparés de l'alimentation séquentielle et mélangée sur les caractéristiques de carcasses des poulets de chair

Les performances de croissance des animaux qu'ils soient nourris en mode mélangé ou séquentiel, n'ont présentées aucune différence significative. Cependant, l'alimentation mélangée a donné les meilleurs poids carcasse en particulier avec le maïs grain entier. Cela serait dû au tri alimentaire des oiseaux avec une préférence pour les aliments de grande taille. En effet, la granulophilie qui est un comportement caractéristique des oiseaux, les prédispose à trier les aliments de grandes tailles, énergétiques (les céréales) au détriment de l'aliment farineux, constitué majoritairement de protéines et de minéraux. Aucune différence significative n'a été observée au seuil 5 % entre les rendements carcasse. Toutefois, l'alimentation avec les grains entiers a donné les meilleurs résultats.

III.5. EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER OU BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE OU MELANGEE SUR LA MORTALITE CHEZ LE POULET DE CHAIR

Le taux de mortalité de 1% enregistré pendant la phase de démarrage est très faible par rapport au taux de mortalité acceptable en aviculture (5 %). Ce taux de mortalité s'expliquerait par le stress lié au transport et à la manipulation lors de l'installation des poussins.

Durant la phase d'essai, le taux de mortalité est inférieur à celui enregistré avant l'essai (0,75 %). Ceci serait lié surtout au stress thermique car, nos travaux ont été conduits en période chaude où la température du poulailler atteignait 36°C. Le taux de mortalité globale (1,75 %) est très faible par rapport à celui enregistré par **KONE (2011)** qui a été de 5,68 %. Les cas de mortalité ont été observés chez les animaux soumis au traitement avec le maïs broyé, des autopsies de cadavres réalisées n'ont montré aucune lésion. L'alimentation par le maïs grain entier a fortement réduit la mortalité, ceci pourrait s'expliquer par un développement important du gésier qui contribue à renforcer le rôle de barrière joué par l'estomac contre les infections extérieures (**NIR et al., 1998**). Contrairement à **KONE (2011)**, aucune pathologie (cas de paralysie, d'ascite ou de coccidiose) n'a été observée sur toute la durée de l'essai.

III.6. EFFETS DU MAÏS GRAIN ENTIER OU BROYE EN ALIMENTATION SEQUENTIELLE OU MELANGEE SUR LA RENTABILITE ECONOMIQUE

L'analyse économique de notre essai fait ressortir l'effet économique plus ou moins positif de l'incorporation des graines entières dans l'alimentation des poulets de chair. En alimentation mélangée, l'utilisation des graines entières de maïs a conduit à des bénéfices de 16 F, tandis que le mode séquentiel a conduit à des pertes de 40,58 FCFA et de 119,64 FCFA respectivement pour le traitement T4 et T3 par rapport au témoin (T1). En d'autres termes, les marges bénéficiaires de tous les traitements en mode séquentiel ont été inférieures à celle du témoin. 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 achetés au même prix (225 FCFA/kg). La marge monétaire nette sur le coût de production du kilogramme de poids carcasse a été significativement différente au niveau des traitements T3 et T4. Le traitement T2 a donné une marge monétaire nette de plus de 16 FCFA par rapport au témoin. Comparativement au témoin, des pertes de 119,64 FCFA et de 40,58 FCFA ont été respectivement réalisées sur le kilogramme de poids vif produit au niveau des traitements T3 et T4. **KONE (2011)** quant à lui a trouvé une différence entre les marges bénéficiaires selon le mode d'alimentation avec cependant de meilleures marges bénéficiaires chez les animaux soumis à l'alimentation séquentielle avec le maïs entier.

III.7. RECOMMANDATIONS

Au vue des résultats des travaux de notre étude nous recommandons ce qui suit :

III.7.1. Aux chercheurs

Pour valider et promouvoir l'utilisation des céréales entières (en mode mélangé et séquentiel) en aviculture moderne, de nouveaux axes de recherches doivent intégrer l'analyse bromatologique de toutes les matières premières entrant dans la composition des différentes rations de l'essai. L'âge auquel les céréales entières sont incorporées dans l'alimentation des oiseaux doit être étudié, ce qui permettra de déterminer l'âge optimal à partir duquel les oiseaux doivent être soumis à ce mode alimentaire. En outre, la durée d'accès aux différents types aliments et la forme de présentation de l'aliment complémentaire (miettes, granulé, farine) devront faire l'objet d'étude. Enfin, cette étude doit être reprise en faisant varier les caractéristiques bromatologiques de l'aliment complémentaire (EM, taux protéique).

III.7.2. Aux aviculteurs et aux agriculteurs

A l'endroit de ces 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 utilisé 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.

III.7.3. Aux 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.

III.7.4. A l'Etat Sénégalais

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, la malnutrition et la pauvreté.

CONCLUSION

Pour pallier au problème de sécurité alimentaire auquel est confronté bon nombre de pays africains, l'aviculture se présente comme une des alternatives les plus importantes. En effet, au Sénégal, l'élevage contribue à lui seul, à environ 4 % du PIB (Produit Intérieur Brut) et en moyenne 28 % de la valeur ajoutée (VA) du secteur primaire **Sénégal, (2009)**. Cette contribution est pour la plupart assurée par l'élevage des espèces à cycles courts, notamment l'élevage du poulet de chair. La viande de volaille présente de nombreux atouts qui sont son bas prix par rapport aux produits carnés, l'absence d'interdits religieux à son encontre, ses qualités nutritionnelles et la facilité de production. Malgré une demande en forte progression favorisée par le croît démographique, la production de poulet de chair demeure soumise à des contraintes. En effet, alors que la santé des animaux peut être assurée par une conduite adéquate de l'élevage, le coût de l'alimentation reste quant à lui tributaire des fluctuations du coût énergétique à travers les industries résultant de la faible utilisation ou de l'utilisation inadéquate des intrants locaux faisant de l'aviculture moderne une spéculation onéreuse et exogène.

Notre étude a été initiée dans l'optique d'étudier les performances permises par le maïs (broyé ou entier) selon deux modes d'apport (mélangé ou séquentiel) chez le poulet de chair à 21 jours d'âge en saison chaude. Pour ce faire, quatre rations ont été constituées à base du maïs broyé ou maïs grain entier incorporé à 60,23 % et un complément protéique.

Nos travaux ont porté sur 400 poulets de souche Cobb 500, repartis en 4 lots de 100 sujets à partir de la troisième semaine d'âge. Chaque lot a été subdivisé en 3 sous lots de 33 sujets chacun et reparti dans le poulailler de façon homogène de manière à minimiser les variations dues à l'environnement.

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

- Lot 1 : ration à base de maïs broyé mélangé à un concentré protéique (lot témoin).

- Lot 2 : ration à base de maïs grain entier mélangé à un concentré protéique.

- Lot 3 : ration à base de maïs broyé en mode séquentiel.

- Lot 4 : ration à base de maïs grain entier en mode séquentiel.

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

- ✓ L'évolution pondérale des oiseaux à 42 jours a été significativement différente entre le traitement T1 (témoin) et les autres. Le traitement

T2 à présenté la meilleure évolution pondérale de 1681,62 g, suivi de 1629,15 g pour le traitement T4, contre 1587,36 g pour le traitement T1, et enfin 1586,71 g pour le traitement T3.

- ✓ Le gain moyen quotidien a été de 43,83 g/j pour le traitement T2, de 41,89 g/j pour le traitement T4, de 40,44 g/j pour le traitement T3 et de 40,43 g/j pour le traitement T1.
- ✓ La consommation alimentaire individuelle diffère significativement en fonction du mode alimentaire avec une supériorité chez les animaux soumis au mode séquentiel (T3 avec 143,78 g).
- ✓ La meilleure efficacité alimentaire a été obtenue en période de croissance pour tous les traitements, T1 avec 1,93, T2 avec 2,00, T4 avec 2,11 et T3 avec 2,46 mais elle s'est dégradée en phase de finition jusqu'à 3,98 pour le traitement T3.
- ✓ Le poids carcasse est meilleur avec le maïs grain entier en mélange T2 (1482,10 g) suivi de T4 (1434,01 g), de T1 (1395,19 g) et enfin de T3 (1394,27 g).
- ✓ Les rendements carcasses obtenus dans les traitements T1, T2, T3 et T4 ne diffèrent pas entre eux.
- ✓ Cependant, des cas de mortalité ont été enregistrés en phase de finition dans les traitements T1 (1,02 %) et T3 (2,02 %), contrairement aux traitements T2 et T4 qui n'ont enregistré aucune mortalité tout au long de l'essai.
- ✓ Sur le plan économique, le traitement avec le maïs entier mélangé (T2) a eu la meilleure marge monétaire nette induite par le kilogramme de carcasse de 16 FCFA par rapport au témoin. Les traitements T3 et T4 ont entraîné respectivement des pertes d'environ 120 FCFA et 40,58 FCFA par rapport au témoin.

Il ressort de notre étude que l'alimentation mélangée avec le maïs grain entier ou broyé est meilleure que l'alimentation séquentielle. L'alimentation avec le maïs grain entier en mode mélangé a produit des améliorations zootechniques supérieures à celles de l'alimentation séquentielle. Cette technique pourra constituer une alternative pour les éleveurs d'utiliser directement dans leurs exploitations des céréales locales à l'état brut. Ceci permettra de réduire les achats des aliments composés, les coûts de transport et de broyage.

Dans cette étude, des pertes d'environ 120 FCFA et 40,58 FCFA ont été obtenues avec l'alimentation séquentielle à l'échelle expérimentale, mais la question qui reste à poser est de savoir de combien elles seront à l'échelle des grands élevages en milieu réel. Nous suggérons

que de nouveaux essais soient réalisés après analyse bromatologique de tous les constituants de la ration, et en faisant varier l'âge de début d'expérimentation.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1. Alamargot J., 1982.** L'appareil digestif et ses annexes In manuel d'anatomie et d'autopsie aviaires. Le point vétérinaire.
- 2. Allanonto V., 2011.** Alimentation séparée ou mélangée a base de maïs chez le poulet de chair en saison fraîche au Sénégal. Thèse vétérinaire, Dakar, n° 5, 94 p.
- 3. 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 Vétérinaire, Toulouse, n° 87, 103 p.
- 4. Armanious W., Briton W.M. et Fuller H.L., 1973.** Effect of methionine and choline on tannic toxicity in the laying hen. Poultry Sci., 52 : 2160-2168.
- 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, 8 au 10 avril, Tours.
- 6. Beigbeder J., 2009.** Origine et histoire du maïs. Interview Euromais. Acces internet : <http://www.semencemag.fr/images/fiches/trans-beigbeder-origine-historique-maïs.pdf>, page : 1-2 (consultée le 22/ 10/2011)
- 7. Bizaray D., Leterrier C., Constantin P., Picard M., Faure J.M., 2002.** Sequential feeding can increase activity and improve gait score in meat –type chickens. Poultry Science, 12 : 1798-1806.
- 8. Blair R., Dewar W., Downie J.N., 1973.** Egg production responses of hens given a complete mash or unground grain together with concentrate pellets. *Br. Poult.Sci.*, 14 : 373-377.
- 9. Bouvarel I., Chagneau A.M., Villarino M., Juin H., Lescoat P., Melcion J.P., Lessire M., Katell C., Etave G., Tesseraud S., Leterrier C., 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, 28 et 29 mars, Tours.

10. **Bouvarelle 2009.** variations d'ingestion chez le poulet de chair lors d'une alimentation séquentielle. Thèse de doctorat de l'institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement, Paris, n°19, 129p.
11. **Brugere-Picoux J., Silim A., 1992.** Particularités de la physiologie des oiseaux In manuel de pathologie aviaire. chaire de pathologie médicale du bétail et des animaux de basse-cour. école nationale vétérinaire d'Alfort.
12. **Carré B., 2000.** Effets de la taille des particules alimentaires sur les processus digestifs chez les oiseaux d'élevage. *INRA Prod. Anim.*, 2 : 131-136.
13. **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.
14. **Conan L., Barrier-Guillot B., Widiez J.L., 1992.** Effect of grinding and pelleting on the nutritional value of smooth pea seed (*Pisum sativum*) in adult cockerel. Proc. 1st European Conference on Grain Legumes, Angers, France.
15. **Cothenet G., Bastianelli D., 1999.** Les matières premières disponibles pour l'alimentation des volailles en zone chaude. In production de poulets de chair, 60 - 77. Edition ITAVI, Paris, 1999, 112p.
16. **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), 1: 457-458.
17. **Daghir N.J., 1985.** Poultry production in hot climates. CAB international 303p.
18. **Dezat E., Faruk Murtala U., Lescoat P., Roffidal L., Chagneau A. M., Bouvarel I., 2009.** Réaction a court terme de poules pondeuses face a un mélange de blé et d'aliments de granulométrie différente. Huitièmes Journées de la Recherche Avicole, 25 et 26 mars, St Malo.
19. **Dreher M.L., Berry J.W. 1984.** Starch digestibility of foods. A nutritional perspective. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr*, 20 : 47-71.

- 20.FAO, 1990** Manuels sur le contrôle de la qualité des produits alimentaires vol 10. Training in mycotoxins analysis. Rome: F.A.O.148p.
- 21.FAO, 1993.** Le maïs dans la nutrition humaine. FAO. Rome.
- 22.Faruk Murtala U., Mème N., Roffidal L., Bouvarel I., Lescoat P., 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, 25 et 26 mars, St Malo.
- 23.Ferrando C., Vergara P., Jimenez M., Gonalons E., 1987.** Study of the rate of passage of food with chromium-mordanted plant cells in chickens (*Gallus gallus*). Quarterly Journal of Experimental Physiology 72 : 251-259.
- 24.Ferrando R., 1969.** Alimentation du poulet de chair et de la pondeuse. Vigot Frères. Paris.
- 25. Ferrando, R., 1969.**Alimentation du poulet et de la poule pondeuse. Paris: VIGOT Frères.
- 26. Filmer D., 1996.** Wheat or low protein ? Flockman Newsletter no 2 : 1-2.
- 27.Fuller B. L., Dale N. M., 1979.** Effect of diet on heat stress in broilers. Proc. Ga. Nutr. Conf Univ of Georgia, Athens (USA), 56.
- 28.Gabriel I., Mallet S., Sibille P., 2005.** La microflore digestive des volailles et facteurs de variation et conséquences pour l'animal. *INRA prod. anim.*, 18 : 309-322.
- 29.Geraert P.A., 1991.** Métabolisme énergétique du poulet de chair en climat chaud. *Prod. Anim.*, 4: 257-267.
- 30. Gérard C., 1997.** En Belgique, le poulet valorise le blé. *Réussir Aviculture*, 26 : 20-22.

- 31.Gous R.M et Preez J.J., 1975.** The sequential feeding of growing chickens. British Journal of Nutrition, 34 : 113-118.
- 32.Gualtieri M. et Rapaccini S., 1990.** Sorghum gram in poultry feeding. World's poultry Science, 46 : 246-252.
- 33.Hale C. et Green L., 1998.** Effects of early ingestional experiences on the acquisition of appropriate food selection by young chicks. Animal Behaviour, 36 : 211-224.
- 34.Hale C., Green L., 1988.** Effects of early ingestional experiences on the acquisition of appropriate foodselection by young chicks. Anim. Behav, 36: 211-224.
- 35.Hoseney R.C., Andrews D.J. et Clark H., 1987.** Sorghum and pearl millet. Nutritional quality of cereal grains: genetic and agronomic improvement. Eds. Madison: American Society of Agronomy. 456p.
- 36.Hulse J.H.,Laing E.M et Pearson O.E., 1980.** Sorghum and millets : their composition and nutritive value. Academic Press, New York, 997p.
- 37.IEMVT., 1991.** Aviculture en zone tropicale. IEMVT. Maisons Alfort.
- 38.INRA., 1989.** L'alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volailles. Paris : INRA. 289p.
- 39.Irène G., Serge M., Maryse L., 2005.** Effet de l'alimentation à base de graines entières de
- 40.Iréne G., Serge M., Maryse L., 2005.** Effets de l'alimentation à base de graines entières de blé sur le tractus digestif des poulets de chair. Sixièmes Journées de la Recherche Avicole, St Malo, 30 et 31 mars 2005, Tours.
- 41.ISA, 1985.** Guide d'élevage du poulet de chair. Lyon : ISA.20p.
- 42.ITAVI, 2002.** L'aviculture biologique communautaire face au règlement européen pour les productions animales biologiques : compétitivité et perspectives d'évolution. Paris, ITAVI. 62p.

- 43.Kolb, 1975.** Physiologie des animaux domestiques. Paris, Ed. Vigot-frères. 974p.
- 44.Koné M., 2011.** Les effets du maïs grain entier ou broyé en alimentation séquentielle ou mélangée sur les performances zootechniques des poulets de chair au Sénégal (période froide). Thèse Vétérinaire, Dakar, n°19, 95p.
- 45.Larbier M. et Leclercq B., 1992.** Nutrition et alimentation des volailles. INRA. Paris.
- 46.Larbier M. et Leclercq B., 1991.** Nutrition et alimentation des volailles. INRA. Paris.
- 47.Le Douarin P., 1997.** Système Flockman : le blé entier ajuste la ration. Réussir Aviculture, 26 : 23-24.
- 48.Leeson S. et Caston L.J., 1993.** Production and carcass yield of broilers using free-choice cereal feeding. Applied Poultry Research, 2 : 253-258.
- 49.Loul S., 1998.** Alimentation discontinue ou séparée en céréales chez les poulets de chair en zone tropicale. Thèse Vétérinaire, Dakar, n°19.
- 50.Maisonnier S., Gomez J., Chagneau A.M., Carre B., 1999.** Digestion et caractéristiques intestinales en fonction de la souche de poulets de chair. (181-184) In: 3èmes Journées de la Recherche Avicole, Saint-Malo.
- 51.Mastika M. et Cumming R.B., 1987.** Effect of previous experience and environmental variations on the performance and pattern of feed intake of choice fed and complete fed broilers (260-282) In : D.J. Farrel(ed), recent advances in animal nutrition in Australia, Univ. of New England (AUS).
- 52.MCNAB J.M., Boorman K.N., 2002.** Poultry Feedstuffs. Supply, Composition and Nutritive Value.- Wallingford: CABI Publishing.427 p.
- 53.Melcion J.-P., 2000.** La granulométrie de l'aliment : principe, mesure et obtention. INRA Prod. Anim., 13 : 81-97.

- 54.Montjoie Y., 1995.** Une technique d'alimentation courante aux Pays-Bas : du blé entier pour abaisser le prix de revient du poulet. Filières Avicoles, 64-67.
- 55.Munt R.H.C., Dingle J.G., Sumpa M.G., 1995.** Growth, carcass composition and
- 56.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.
- 57.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 Vétérinaire, Dakar, n°18, 90 p.
- 58.Nir I., Schefet G., Araoni Y., 1994.** Effect of particle size on performance. *Poult. Sci.*, 73 : 45-49.
- 59.Noirov V., Bouvarel I., Azam P., Roffidal L., Barrier-Guillot B., Castaing J., Picard M., 1999.** Du blé entier dans l'alimentation du poulet de chair de type « standard ». 3^{ème} Journées de la Recherche Avicole, St Malo, mars.
- 60.Noirov V., Bouvarel I., Barrier-Guillot B., Castaing J., Zwick J.L., Picard M., 1998.** Céréales entières pour les poulets de chair : le retour ? *INRA Prod. Anim.*, 11: 349-357.
- Ogunmodede B.K., Legel, S. 1987.** Investigations of the feed nutrient utilization, growth and nutrient efficiency of broiler chickens under different climatic conditions in Nigeria. *animal nutri. Berlin*, 37 : 1127-1133.
- 61.Peterson V.E., 1969.** A comparison of the feeding value for broilers of corn, grain sorghum, barley, wheat and oats, and the influence of the various grains on the composition and taste of broiler meat. *Poultry.Sci.*, 48 : 2006-2013.
- 62.Picard M., Le Fur C., Melcion J.-P., Bouchot C., 2000.** Caractéristiques granulométriques de l'aliment : le « point de vue » (et de toucher) des volailles. *INRA Prod.Anim.*, 13 : 117-130.

- 63.Picard M., Le Fur C., Melcion J.-P., Bouchot C., Faure J.-M., 1997.** Pecking and prehension of feed particles in domestic fowls. *INRA Prod. Anim.*, 10 : 403-414.
- 64.Picard M., Melcion J.-P., Bouchot C., Faure J.-M., 1997.** Picorage et préhensibilité des particules alimentaires chez les volailles. *INRA Prod. Anim.*, 10 : 403-414.
- 65.Picard M., Plouzeau M., Faure J.M., 1999.** A behavioural approach to feeding broilers. *Ann. Zootech.*, 48: 233-245.
- 66.Piron F., Beckers Y., Ounissi K., Lenartz J., Théwis A., 2007.** Comparaison de quatre modalités présentation du blé chez le poulet de chair. Septièmes Journées de la Recherche Avicole, 28 et 29 mars, Tours.
- 67.Portella F.J., Caston L.J et Lesson S., 1988.** Apparent feed particle size preference by broilers. *Canadian Journal of Animal Science*, 68 : 923-930.
- 68.Quemeneur P., 1988.** La production du poulet de chair. *Revue du Syndicat National des Vétérinaires Inspecteurs du Ministère de l'Agriculture Français* 103 : 241-253.
- 69.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*, 55 : 4-7.
- 70.Quentin M., Bouvarel I., Bastianelli D., Picard M., 2004.** Quels besoins du poulet de chair en acides aminés essentiels? Une analyse critique de leur détermination et quelques outils pratiques de modélisation. *INRA production animale*, 17 :19-34.
- 71.Rideaux et Bastianelli D., 2001.** L'alimentation de poulet de chair en climat chaud. In ITAVI, 2003 : la production de poulet de chair en climat chaud. 112P.
- 72.Robinson D., 1985.** Performance of laying hens as affected by split time and split composition dietary regimens using ground and unground cereals. *Br.poult Sci.*, 26 : 299-309.

- 73. Rose S.P., Fielden M., Foote W.R. et Gardin P., 1995.** Sequential feeding of whole wheat to growing broiler chickens. *Br. Poult. Sci.*, 36 : 97-111.
- 74. Rose S.P., Fielden M., Foote W.R., Gardin P., 1995.** Sequential feeding of whole wheat to growing broiler chickens. *Br. Poult. Sci.*, 36 : 97-111.
- 75. Rose S.P. et Lambie I.T.M., 1986.** Comparaison of a choice feeding regime for broilers under continuous and intermittent lighting programmes (903-904) In : 7^{ème} conférence Européenne d'aviculture, WPSA Branche française, St Cyr sur Loire, 2 : 903-904.
- 76. Rouselle V. et Rudeau F., 1994.** Moins de passages de chariots : une alimentation plus équilibrée. *L'Aviculteur*, 556 : 65-67.
- 77. Rys R., Koreleski J., 1980.** Effect of alternately fed diets with different protein level on performance of broiler chickens. *Archiv für Geflügelkunde* 30 : 133-139.
- 78. Sanofi., 1996.** Guide de l'Aviculture Tropicale. Libourne-France. 117p.
- 79. Savory C.J., 1974.** Growth and behaviour of chicks fed on pellets or mash. *British Poultry Science*, 15 : 281-286.
- 80. Scholtyssek S., Seemann M., Seemann G., 1983.** Mastleistung und schlachtkörperqualität nach wahlfütterung von Broiler (I. Mitteilung). *Arch. Geflügelk.*, 47 : 166-174.
- 81. Schwarch H.J., Peter V. et Mazanowski A., 1987.** Internationales Handbuch der Tierproduktion. Berlin : DLV, 600p.
- 82. Scott M. L., Nesheim M. C. et Young R. J., 1976.** Nutrition of chicken.- Itace; New York: M.L Scott and associates Publishers. 555p.
- 83. Scott M.D., Mccann M.E.E., 2005.** Effect of wheat variety and enzyme addition on laying hen performance. *World's Poultry Science Association UK Branch, York* : 34-35.

- 84.Sénégal. Ministère de l'Élevage, 2009** : Statistiques d'élevage en 2009. Dakar : DIREL
- 85.Smith A., 1990.** The poultry tropical agriculturalist. CTA. 218p.
- 86.Smith A.J., 1992.** L'élevage de la volaille. Maisonneuve et Larose. Paris.
- 87.Trowell, H., Southgate, D.A.T., Wolever, T.M.S., Leeds, A.R., Gassull, M.A., Jenkins, D.J.A. (1976).** Dietary fibre redefined. *Lancet* 1 : 967.
- 88.Vergara P., Jimenez M., Ferrando C., Fernandez E., Gonalons E., 1989.** Age influence on digestive transit time of particulate and soluble markers in broiler chickens. *Poult.Sci.*, 68 : 185-189.
- 89.Vias FSG., 1995.** Contribution à l'étude comparée de la valeur nutritive du maïs (*Zea mays*) et des sorghos (*Sorghum vulgare*) dans la ration des poulets de chair en zone tropicale sèche. Thèse vétérinaire Dakar, n°7,95p.
- 90.Vilarino M., Picard M.L., Melcion J.P. et Faure J.M., 1996.** Behavioral adaptation of laying hens to dilution of diets under mashand pellet form.*Br.Poult.Sci.*, 37 : 895-907.
- 91.Villate D., 2001.** L'appareil digestif. In : Les maladies des volailles. INRA.
- 92.Volailles, 2005.** Revue scientifique, technique et économique du secteur avicole en Tunisie, 34: 2-3.
- 93.Warner A.C.I., 1981.** Rate of passage of digesta through the gut of mammals and birds. *Nutr. Abst.Rev. Series B*, 51 : 789-820.
- 94.Wauters A.M., Guibert G., 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, 2èmes Journées de la Recherche Avicole. Tours. 2 : 201-204.
- 95.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). Rev. Méd. Vét. Pays Trop., 47 : 319-327.

96.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

ANNEXE 1 : FICHE D'ENREGISTREMENT DES PARAMETRES D'AMBIANCE

Date- heure	Température		Hygrométrie		observations
	Min	Max	Min	Max	

Min : minimale
Max : maximale

**ANNEXE 2 : FICHE DES PESEES DE LA CONSOMMATION ALIMENTAIRE
(Alimentation séquentielle)**

Date de démarrage de l'essai :

Date de pesée :

N° du Traitement :

Date et heure	Traitement 3				Traitement 4	
	Complément (g)		Céréales (g)		Complément (g)	Céréales(g)
	D	R	D	R	D	R

D : Distribuée

R : Refusée

ANNEXE 6: FICHE D'ABATTAGE

Date de démarrage de l'essai :

Lot :

Sous lot :

Numéro de bague	Poids carcasse (g)	Prix de vente

SERMENT DES VETERINAIRES DIPLOMES DE DAKAR

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

-d'avoir en tous moments et en tous lieux le souci de la dignité et de l'honneur de la profession vétérinaire ;

- d'observer en toutes circonstances les principes de correction et de droiture fixés par le code de déontologie de mon pays ;

- de prouver par ma conduite, ma conviction, que la fortune consiste moins dans le bien que l'on a, que dans celui que l'on peut faire ;

- de ne point mettre à trop haut prix le savoir que je dois à la générosité de ma patrie et à la sollicitude de tous ceux qui m'ont permis de réaliser ma vocation.

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

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

RESUME

Cet essai s'est déroulé dans un poulailler à l'EISMV de Dakar pendant la période de Juillet à Août 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 en période chaude. Cette étude a porté sur 400 poussins de souche Cobb 500 non sexés répartis de façon homogène en quatre traitements subdivisés en trois sous – traitements chacun.

Quatre rations expérimentales (croissance, finition) à base du maïs grain entier (60,23 %) ou broyé (60,23 %) et un aliment complémentaire ont été constituées. Ainsi, le lot 1 est composé de poulets de chair soumis à la ration maïs broyé et aliment complémentaire mélangé ; le lot 2 soumis à la ration maïs grain entier et l'aliment complémentaire mélangé ; le lot 3 soumis à la ration maïs broyé et l'aliment complémentaire séquentiel, et enfin le lot 4 soumis à la ration maïs grain entier et l'aliment complémentaire séquentiel.

Au terme de cette étude, les résultats obtenus montrent que :

- ✓ L'évolution pondérale des oiseaux à 42 jours a été significativement différente entre le traitement T1 (témoin) et les autres. Le traitement T1 a présenté un poids de 1587,36 g, contre 1681,62 g pour le traitement T2 qui a présenté la meilleure évolution pondérale, contre 1586,71 g pour le traitement T3 et 1629,15 g pour le traitement T4.
- ✓ Le gain moyen quotidien a été de 40,43 g/j pour le traitement T1, de 43,83 g/j pour le traitement T2, de 40,44 g/j pour le traitement T3 et de 41,89 g/j pour le traitement T4.
- ✓ La consommation alimentaire individuelle diffère significativement en fonction du mode alimentaire avec une supériorité chez les animaux soumis au mode séquentiel (T3 avec 143,78g).
- ✓ La meilleure efficacité alimentaire a été obtenue en période de croissance pour tous les traitements, T1 avec 1,93, T2 avec 2,00, T3 avec 2,46 et T4 avec 2,11, mais elle s'est dégradée en phase de finition jusqu'à 3,98 pour le traitement T3.
- ✓ Le poids carcasse est meilleur avec le maïs grain entier en mélange T2 (1482,10 g) suivi de T4 (1434,01 g), de T1 (1395,19 g) et enfin de T3 (1394,27 g).
- ✓ Les rendements carcasses obtenus dans les traitements T1, T2, T3, T4 ne diffèrent pas entre eux.
- ✓ -Aucune mortalité n'a été enregistrée chez les animaux des traitements T2 et T4. Par contre, on a eu des cas de mortalité dans la phase de finition dans les traitements T3 et T1.
- ✓ Sur le plan économique, la marge monétaire nette induit par le kilogramme de carcasse a été inférieure dans les traitements séquentiels (T3, T4) par rapport au témoin. Le traitement avec le maïs entier mélangé a eu la meilleure marge 16 FCFA par rapport au témoin.

L'utilisation de céréales entières en mode mélangé se présente donc, comme une alternative en élevage avicole en climat chaud lorsqu'on tient compte des coûts de transformations.

Mots clés: Poulet chair-maïs –alimentation sequentielle- alimentationmelangee-periode
chaude

Email: liselaure20002@yahoo.fr

Tel: 0022650363437
0022671001300
00221777180466

BP: 5077 Dakar- Senegal

Ouagadougou/ 1200 Lgmts Secteur 14