

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



ANNEE : 2006

N° : 27

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

THÈSE

Présentée et soutenue publiquement le 21 Juillet 2006 devant la Faculté de Médecine,
de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie de Dakar

Pour obtenir le Grade de

DOCTEUR EN MEDECINE VETERINAIRE
(DIPLOME D'ETAT)

Par

Serge Alain CIEWE CIAKE

Né le 03 Novembre 1975 à Yaoundé (République du Cameroun)

-----**JURY**-----

Président :	M. Cheikh Saad BOUH BOYE	Professeur à la faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odontostomatologie de Dakar
Directeur et Rapporteur de Thèse :	M. Ayao MISSOHOU	Maître de Conférences Agrégé à L'E.I.S.M.V. de Dakar
Membres :	M. Justin Ayayi AKAKPO	Professeur à l'EISMV de Dakar
	M. Germain Jérôme SAWADOGO	Professeur à l'EISMV de Dakar

DEDICACES

TON AMOUR EST FOLIE

Fais de moi un naufragé dans l'océan de ton Amour.
 Inonde mon âme de tes flots, ô **Seigneur** pour toujours.
 Et une voix au fond de moi me demanda :
 Que n'ai-je fais pour toi ?
 Les mots me manquèrent et je restai coi.
 Je compris alors que ton Amour est au-dessus de ta loi
 depuis que le **PERE** a choisi pour toi, la voie de la croix,
 pour celui qui a **Foi** en toi, **CHRIST Roi** des rois.
 Je découvris ta **Grâce Divin Messie**,
 celle de faire partie des nombreuses brebis
 que tu fais paître dans la verte prairie.
 Sous les ailes de ton **Amour**, tu nous construis **un abri** ;
 tu nous y **réunis** dans ta **Paix** et tu nous **Bénis**.
 Je sus que c'était toi **Doux JESUS**
 qui me parlais ainsi. Mais qui suis-je ?
 Je n'ai aucun mérite, pourtant **tu me choisis** ?
 Quelle est donc cette folie ô **Prince du Paradis** ?
Folie inédite qui surpasse la sagesse infinie ?
 Je médite encore dans le silence de la nuit
 et j'essaie de donner un sens à tout ceci.
 Enfin, je comprends par la **Grâce** de ton **ESPRIT** :
 Ton **Amour Seigneur**, est **incompréhensible** puisque
 C'est le **Don Gratuit de ta Vie** pour le rachat de nos vies.
 Et nous, pauvres humains ne saurons jamais te dire merci
 pour cette envie que tu as de **faire de nous tes amis**.
 Puisque malgré tout tu continues de **nous Aimer**
d'un Amour sans mesure, alors qu'il en soit ainsi.

- A ma très chère grand-mère, maman **KAMWE Martine** (*In memoriam*).
- A mon **père Félix SIAKEN** (*In memoriam*): tu avais tant rêvé de ce jour mais hélas, la nuit de son épais voile noir a obscurci tes yeux le jour même où je commençais ce travail. C'est en pensant à toute la joie que tu aurais éprouvée que j'ai eu la force et le courage d'aller jusqu'au bout. Rassure toi, tu vivras toujours dans mon cœur ; repose en paix, Papa.
- A **ma mère chérie maman Colette KAMENI** : ta sollicitude extrême et l'amour du prochain font de toi la préférée. Dieu a fait pour moi le meilleur choix. Qu'il prenne soin de toi, maman.
- A toi, **Papa Martin NGOUNOU** : tu as fait de moi ce que je suis en me montrant le chemin qui mène au savoir et en m'accompagnant dans la vie. Sois assuré de mon affection filiale.
- A **mes frères Fidèle et Eric CIAKE** : ce travail est aussi le vôtre car vous y avez contribué par votre soutien moral et matériel. Trouvez ici, l'expression de mon attachement fraternel.
- A **mes sœurs Hortense CHOUAMOU et Sylvie FALEU**, recevez le témoignage de mon amour.
- A mes petites sœurs **Guylaine, Glawdys et Eliane NGOUNOU**, mes petits frères **César NZEUSSEU et Fidèle MBOMBACK**, ainsi qu'à maman **Alphonsine NGOUNOU**, ceci est une preuve d'affection.
- A vous Papa **Alphonse NGHEUSSIE**, maman **Awa** et à tous mes cousins Alban, Tchoko, Muriel, Bénédicte et Marcel, ma pensée pour vous est profonde.
- Tonton **Gaston, Angèle** et les enfants **TCHOUAMO**, je suis de tout cœur avec vous.

- Ma tante **JOUNGA Elisabeth**, mes cousines Nancy, Nathalie, Valérie, Eulalie et Ema, ainsi que victorien et Cyprien MBEYA, Jacqueline, Julienne, Hilaire, Papa Klébert et maman Odile NOUBAYO, merci pour tout.
- **Sylvie CIAKE**, tu fais désormais partie de la famille.
- Mes neveux **Stéphane, Cameron, Chris** et **Loréna**, tonton vous adore.
- Papa **Thomas** et maman **Anne NJEUGOUE**, je vous remercie.
- A mes complices **Samuel ZOMBOU, Flavien KASSE, Dr. Charles GOMSU** et **Elie TCHOKOUAHA**, vous êtes des frères.
- A mon tuteur **Jonas BIAGUI** et à **Charlotte** son épouse : Chez vous, je me suis senti chez nous, je n'ai manqué de rien. Vous avez fait de moi un membre de votre famille à côté de Emma, Laeticia, Paul, Patrice, Jeanette, Sabel, Bijou et Noel vos enfants. Que la paix de DIEU habite votre demeure.
- A la famille de **Malick MBODJ** à Saint-Louis pour sa téréngana.
- Aux familles BITANGA, EHODE et BOHING pour leur hospitalité.
- Aux Docteurs Olin KAMGA et Doris, Isaac TCHOUANHOU, Célestin FONKWA et Edwige, Edem DAGADOU, Alain KAMGA, Serge BAKOU, TEKOU, BANKOLE ; merci pour tout.
- AZEBAZE, Olivier ZOMBOU, POUEME, FOSSOG, MOUICHE, HELLOU, MESSOMO, BETENE, HAKOU, FON TEBUG, BAKARI, MOUNDJOA, BOUOPDA, BEND, SADI, ANDELA, Flore KWIN, TCHEUFFO, TENE, PENDA, MFOUAPON, FEUSSOM, Guy MBATCHOU, DESSIJI, KAMANA, les moments passés ensemble ne s'oublieront jamais.
- A tous nos illustres maîtres de l'EISMV, pour la qualité de leur enseignement.
- A tout le staff administratif et financier de l'EISMV.
- A tous les membres du projet « **Paris 2005** » et de la 33^{ème} promotion, c'est maintenant que commence la promotion.

- A tous les acteurs du « **Diagnostic théâtre** », le travail est le meilleur investissement.
- A tous les membres de la **CAVESTAS**, que la famille que nous avons formée demeure.
- A tous les étudiants vétérinaires de Dakar, l'**AEVD** est une histoire qui se vit.
- A tous les personnels d'appui technique et de surface de l'**EISMV**.
- A tous les **JECISTES** et **CEVECISTES**, demeurez dans la Paix du **Christ**.
- Au Cameroun, berceau de nos ancêtres.
- Au pays de l'hospitalité légendaire, la terre de la téranga, le Sénégal.

A vous tous si nombreux que je n'ai pas cités, c'est juste un oubli. Sachez que ce travail est aussi le vôtre et je vous serai éternellement reconnaissant. Je vous dis merci.

REMERCIEMENTS

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

- Au Président Directeur Général et au Dr. Malick SENE de la **Société NMA SANDERS** pour leur appui matériel et financier.
- Au Dr. Arsène ROSSILET pour ses conseils.
- Au Directeur et au personnel du CNA de MBAO qui ont aidé à fabriquer les aliments.
- A Mme Mariam DIOUF pour sa grande sollicitude.
- A Mr. Bocar HANE pour avoir dirigé les analyses chimiques des aliments.
- A Mrs. Yack SENE et Diogou CISSE pour leur grande disponibilité.
- A Marcel NDRI, pour son aide.

A NOS MAITRES ET JUGES

**A notre Maître et Président de jury, Monsieur Cheikh Saad BOUH BOYE,
Professeur à la faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odontostomatologie 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, Juge et Directeur de thèse, Monsieur Ayao MISSOHOU,
Maître de Conférences Agrégé à L'E.I.S.M.V. de Dakar.**

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

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

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

A Notre Maître et Juge, Monsieur Justin Ayayi AKAKPO

Professeur à l'EISMV de Dakar,

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

A notre Maître et Juge, Monsieur, Germain Jérôme SAWADOGO

Professeur à l'EISMV de Dakar.

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

Profonde gratitude, respectueuse considération et vive admiration.

.

**« 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

AGPI :	acides gras polyinsaturés
CB :	cellulose brute
EISMV :	Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar
EM :	Energie métabolisable
Fcfa :	Franc cfa
GH :	hormone de croissance
Gr :	Groupe
IEMVT :	Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire Tropicale
INRA :	Institut National de Recherche Agronomique
ISA :	Institut de Sélection Animale
kcal	Kilocalorie
Kj :	Kilojoules
MG :	matière grasse
MGCa :	matière grasse + calcium
MJ :	Méga joules
MM :	matière minérale
MS :	matière sèche
N :	Normale
NMA :	Nouvelle Minoterie Africaine
PB :	protéine brute
ppm :	particule par millier
r :	coefficient de corrélation
RESESAV :	Réseau Sénégalais d'Epidémiosurveillance
T3 :	Triiodothyronine
T4 :	Thyroxine
UI :	unité Internationale
Vit :	Vitamine

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Consommation d'eau et d'aliment en fonction de l'âge.....	7
Tableau II : Recommandations alimentaires pour les poulets de chair	13
Tableau III : Besoins du poulet de chair en protéines et en lysine selon l'âge (en g/100 g de gain de poids)	14
Tableau IV : Recommandations d'apport en macroéléments chez le poulet de chair (en g/100 kcal d'énergie métabolisable).....	15
Tableau V : Granulation de l'aliment : avantages et inconvénients	21
Tableau VI : Effet de la chaleur sur les performances de croissance et quelques caractéristiques plasmatiques des poulets de chair entre 2 et 4 semaines d'âge (5 animaux par traitement)	28
Tableau VII : Températures recommandées en aviculture	32
Tableau VIII : Taux de déclaration et de mortalité des pathologies majeures rencontrées dans les élevages de volailles au Sénégal (mai 1998 à mai 1999).....	37
Tableau IX : Composition des rations expérimentales	50
Tableau X : Plan de prophylaxie mis en œuvre lors de l'essai	52
Tableau XI : Relevé de températures moyennes selon le moment de la journée	54
Tableau XII : Caractéristiques chimiques des rations expérimentales	58
Tableau XIII : Effet de la nature et du niveau de la matière grasse sur la croissance ..	60
Tableau XIV : Effet de la nature et du niveau de la matière grasse sur la carcasse	63
Tableau XV : Effet de la nature et du niveau de la matière grasse sur la consommation	65
Tableau XVI : Effet de la nature et du niveau de la matière grasse sur la mortalité	67
Tableau XVII : Corrélation entre les performances en vif et en carcasse	68
Tableau XVIII : Droites de régression entre le poids à 6 semaines et le poids de carcasse	69
Tableau XIX : Coût de l'aliment consommé pour produire un kilogramme de poids vif	69

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Schéma de la composition des aliments.....	4
Figure 2 : Notion de besoins nutritionnels.....	6
Figure 3 : Schéma du bilan énergétique.....	23
Figure 4 : Effet de la nature et du niveau de la matière grasse sur le poids	61
Figure 5 : Effet de la nature et du niveau de la matière grasse sur le gain moyen quotidien	62
Figure 6 : Effet de la nature et du niveau de la matière grasse sur le poids de carcasse	63
Figure 7 : Effet de la nature et du niveau de la matière grasse sur le rendement de carcasse	64
Figure 8 : Effet de la nature et du niveau de la matière grasse sur la consommation .	66
Figure 9 : Effet de la nature et du niveau de la matière grasse sur l'indice de consommation.....	66
Figure 10 : Effet de la nature et du niveau de la matière grasse sur le coût du kilogramme de poulet	70

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Poussins au démarrage	52
Photo 2 : Pesée individuelle.....	53
Photo 3 : Bagueage d'un poussin	53
Photo 4 : Poussins mis en lots.....	53
Photo 5 : Pesée de l'aliment.....	54
Photo 6 : Echantillons d'aliments à analyser	56
Photo 7 : Lésions de péricardite.....	72
Photo 8 : Ballonnement thoraco-abdominal	72

TABLE DES MATIERES

Introduction.....	1
Première partie: Partie bibliographique	3
Chapitre 1 : Alimentation du poulet de chair.....	4
1.1 - Généralités sur l'alimentation.....	4
1.2 - Besoins alimentaires du poulet de chair	5
1.2.1 - Différents types de besoins.....	6
1.2.1.1 - Besoins en eau	6
1.2.1.2 - Besoins en énergie.....	7
1.2.1.3 - Besoins en protéines	9
1.2.1.4 - Besoins en minéraux.....	10
1.2.1.5 - Besoins en oligo-éléments	11
1.2.1.6 - Besoins en vitamines	11
1.2.1.7 - Besoins en cellulose	12
1.3 - Facteurs de variation des besoins	14
1.3.1 - Age.....	14
1.3.2 - Souche	15
1.3.3 - Conditions d'ambiance.....	15
1.4 - Matières premières couramment utilisées et leurs apports.....	16
1.4.1 - Sources d'énergie	16
1.4.1.1 - Céréales	16
1.4.1.2 - Sous-produits des céréales.....	17
1.4.1.3 - Matières grasses.....	17
1.4.2 - Sources de protéines	18
1.4.2.1 - Sources de protéines végétales	18
a) Tourteau de soja.....	18
b) Tourteaux d'arachide et de coton	18
c) Levures.....	19
1.4.2.2 - Sources de protéines animales.....	19
a) Farines de poisson.....	19
b) Farine de sang.....	20
1.4.3. Sources de minéraux et de vitamines	20
1.5. Différentes présentations des aliments pour volailles	20
Chapitre 2 : Régulation thermique.....	22
2.1- Production de chaleur ou thermogenese chez le poulet de chair.....	22
2.1.1- Métabolisme basal	23
2.1.2- Activité physique	24
2.1.3- Extrachaleur ou thermogenèse alimentaire.....	25
2.1.4- Contrôle hormonal de la thermogenèse	26
2.1.4.1 - Thyroïde.....	27
2.1.4.2- Glandes surrénales.....	28
2.2- Thermolyse ou perte de chaleur chez le poulet de chair	29

2.2.1-	Thermolyse par chaleur sensible.....	30
2.2.2-	Thermolyse par chaleur latente.....	30
2.3-	Réaction des volailles en fonction de la température.....	31
2.3.1-	Régulation thermique en zone de neutralité thermique	31
2.3.2-	Régulation thermique sous la zone de neutralité thermique.....	32
2.3.3-	Régulation thermique au-delà de la zone de neutralité thermique	33
2.3.3.1-	Au plan comportemental.....	33
2.3.3.2-	Au plan de l'aspect	33
2.3.3.3-	Au plan respiratoire	33
2.3.3.4-	Au plan alimentaire.....	33
Chapitre 3 : Matières grasses alimentaires et productivité du poulet de chair		35
3.1-	Généralités sur la productivité.....	35
3.1.1 -	Croissance.....	35
3.1.2 -	autres composantes de la productivité du poulet de chair	36
3.1.2.1 -	Consommation et indice de consommation.....	36
3.1.2.2 -	La mortalité	36
3.2 -	Effet de la nature et du niveau de la matière grasse alimentaire sur la productivité du poulet de chair	38
3.2.1 -	Effet de la nature ET du niveau de la matière grasse alimentaire	38
3.2.1.1 -	Effet du niveau des lipides alimentaires.....	38
a)	Niveau des lipides alimentaires et gain de poids.....	38
b)	Niveau des lipides et caractéristiques de carcasse.....	40
c)	Niveau des lipides et qualité de la viande.....	41
d)	Niveau des lipides, développement du squelette et besoins en sels minéraux et en vitamines.	42
3.2.1.2 -	Effet de la nature des lipides	43
a)	Nature des lipides et croissance	43
b)	Nature des lipides et besoins en sels minéraux et en vitamines	44
c)	Nature des lipides et qualité de la viande	44
d)	Nature des lipides et qualité de la carcasse	45
Deuxième partie: Evaluation de l'effet de la nature et du niveau de la matière grasse alimentaire sur la productivité du poulet de chair.....		47
Chapitre 1 : Matériels et méthodes		48
1.1 -	Objectifs de l'étude.....	48
1.2 -	Site du travail et période d'étude.....	48
1.3 -	Cheptel expérimental.....	48
1.4 -	Autres matériels.....	49
1.5 -	Rations alimentaires	49
1.6 -	Méthodes	51
1.6.1 -	Conduite des oiseaux	51
1.6.1.1 -	Préparation du local.....	51
1.6.1.2 -	Arrivée des poussins et démarrage (photo 1)	51
1.6.1.3-	Croissance et finition : Conduite de l'essai à proprement parlé.....	53
1.6.2 -	abattage des animaux.....	54
1.6.3 -	calcul des variables zootechniques.....	54

1.6.4 - Analyse chimique des aliments	55
1.7 - Analyse statistique des resultats	58
Chapitre 2 : Résultats et discussions.....	59
2.1 - Résultats.....	59
2.1.1 - Effet de la nature et du niveau de la matière grasse sur la croissance et les caracteristiques de carcasse	59
2.1.1.1 - Effet de la nature et du niveau de la matière grasse alimentaire sur la Croissance (tableau XIII).....	59
a) Poids.....	59
b) Vitesse de croissance	60
2.1.1.2 - Effet de la nature et du niveau de la matière grasse sur la carcasse (tableau XIV)	62
2.1.1.3 - Effet de la nature et du niveau de la matière grasse sur la consommation et l'efficacité alimentaires	64
2.1.1.4-Taux de mortalité.....	67
2.1.2 - Relations performances en vif et performances en carcasse	67
2.1.2.1 - Coefficient de corrélation	67
2.1.2.2 - Droites de régression	68
2.1.3 - Données économiques	69
2.2 - Discussion.....	70
2.2.1 - Effet de la nature et du niveau de la matiere grasse sur la croissance et les caracteristiques de carcasse	70
2.2.2 - Effet de la nature et du niveau de la matière grasse sur la consommation sur la consommation alimentaire et les résultats économiques	71
2.2.3 - Effet de la nature et du niveau de la matiere grasse sur la mortalite	72
Conclusion	73
Références bibliographiques.....	76

INTRODUCTION

Au cours des dix dernières années, le cheptel mondial avicole a augmenté de 36% alors que les effectifs des autres espèces ont progressé beaucoup plus modérément (FAO, 2000).

La place de choix qu'occupe la volaille dans le menu des ménages repose sur son prix bas, l'absence d'interdit religieux à son encontre et ses qualités nutritionnelles. A cela s'ajoute la facilité de production (cycle d'élevage court).

Pour satisfaire une demande sans cesse croissante, le producteur doit concilier la qualité et le prix du poulet. Ainsi, produire un maximum de kilogrammes de viande de poulet pour un minimum de kilogrammes d'aliment devient le but poursuivi par tout éleveur de volailles. Cette productivité maximale n'est atteinte que si l'aviculteur minimise les coûts liés à l'aliment qui représentent environ les 2/3 des dépenses de l'exploitation.

En effet, le phénotype (ensemble des caractères somatiques apparents d'un individu) résulte de l'action combinée du génotype et de l'environnement (Missohou, 2002). L'alimentation occupe une place centrale au sein des facteurs environnementaux puisqu'en apportant une ration alimentaire de bonne qualité et en quantité suffisante, l'animal exprime pleinement tout son potentiel génétique.

Parmi les nutriments dont a besoin le poulet pour sa croissance, les lipides jouent un rôle déterminant car ils constituent l'une des principales sources d'énergie des rations pour volailles et apportent aux oiseaux les acides gras indispensables. De plus, la matière grasse a un effet positif sur les caractéristiques organoleptiques des produits avicoles.

Mais au-delà d'une certaine teneur, les lipides causeraient un engraissement excessif à l'origine de la dépréciation de la carcasse, surtout lorsque les dépôts de gras visibles sont importants (gras abdominal, sous cutané...) (Lessire, 2001). D'un point de vue nutritionnel, la synthèse et le dépôt de un gramme de lipides corporels sont plus

coûteux que la synthèse et le dépôt d'un gramme de protéines musculaires puisque les réserves adipeuses corporelles renferment très peu d'eau. Ceci occasionne des dépenses supplémentaires pour l'éleveur.

L'importance de la matière grasse des aliments sur la productivité (gain de poids, consommation et mortalité) du poulet de chair a suscité cette étude au cours de laquelle, nous essayerons d'analyser et de comparer les effets de différentes sources de lipides sur la productivité du poulet de chair.

Ce travail comprend deux (2) parties :

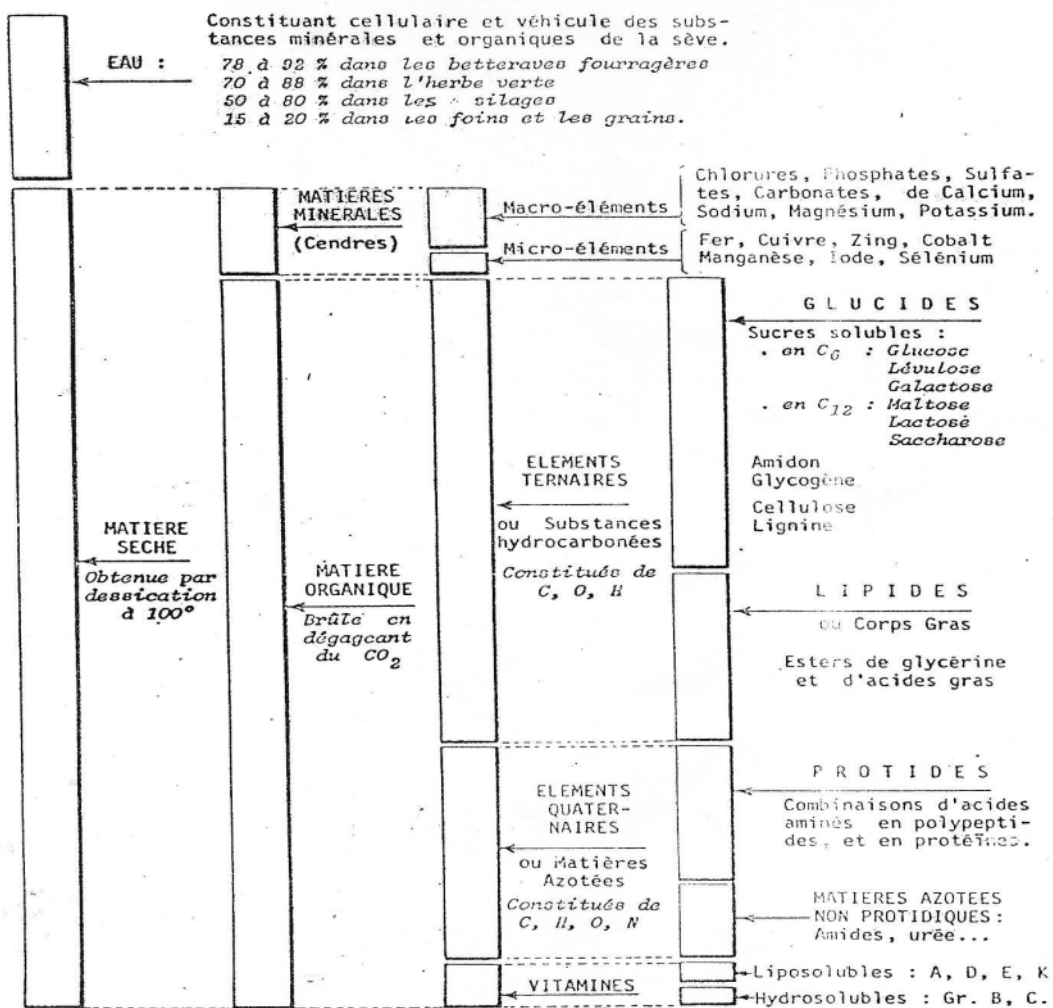
- Une partie bibliographique composée de trois chapitres dont le 1^{er} traite de l'alimentation, tandis que le 2^{ème} décrit la régulation thermique et le 3^{ème} traite la croissance et la productivité chez le poulet de chair.
- Une partie expérimentale dans laquelle l'effet de la nature et du niveau de la matière grasse alimentaire sur la productivité du poulet de chair est abordé. Son premier chapitre décrit la réalisation de l'expérimentation (les matériels et la méthode), alors que les résultats sont présentés et discutés dans le chapitre suivant.

PREMIERE PARTIE : PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1 : ALIMENTATION DU POULET DE CHAIR

1.1 - GENERALITES SUR L'ALIMENTATION

La formulation des aliments consiste à déterminer la composition d'une ration pour obtenir au moindre coût les caractéristiques nutritionnelles recherchées. Cela suppose la connaissance des besoins et du métabolisme de l'animal, ainsi que la composition des matières premières utilisables (figure 1).



Source : Dieng (2006)

Figure 1 : Schéma de la composition des aliments

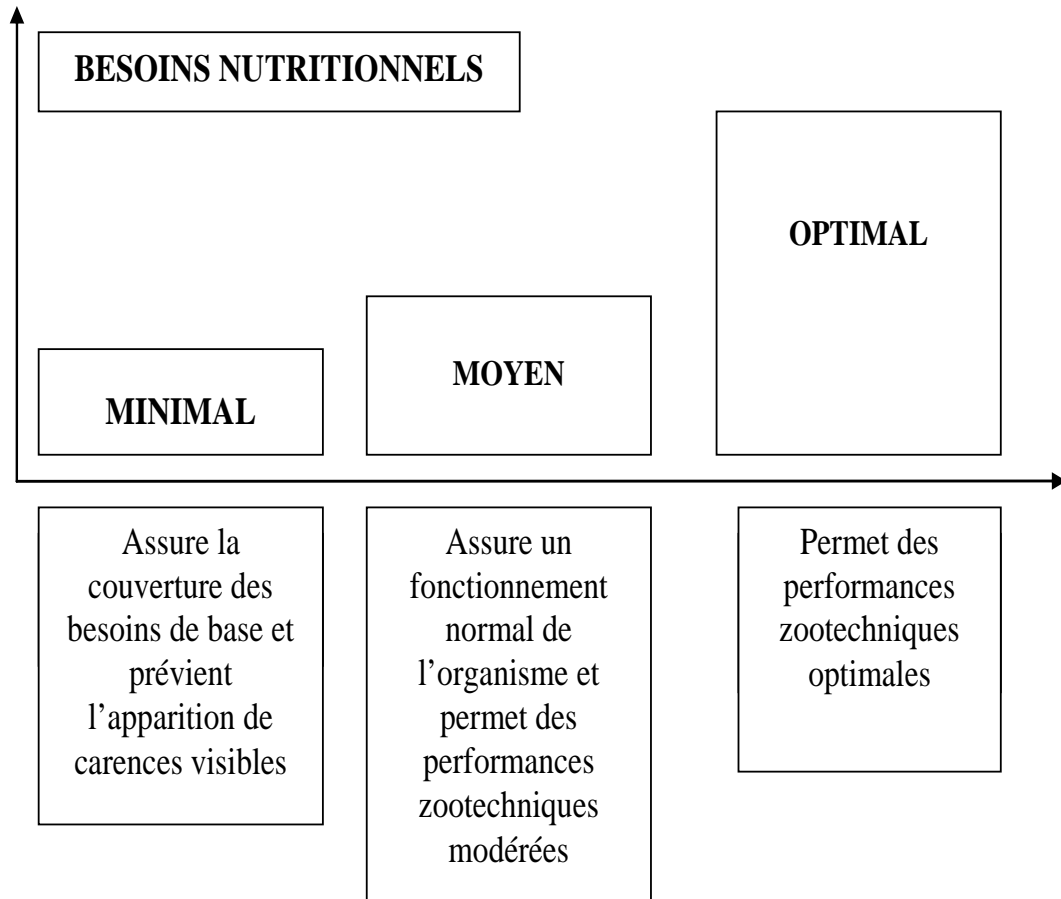
Selon **SANOFI (1996)**, la formulation doit tenir compte de contraintes :

- Zootechniques : taux minima ou maxima 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.

1.2 - 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.



Source : SANOFI (1996)

Figure 2 : Notion de besoins nutritionnels

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.

1.2.1 - DIFFERENTS TYPES DE BESOINS

1.2.1.1 - 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-alimentation en eau provoque une baisse de la consommation alimentaire et la réduction du gain de poids. Cela peut être dû à un problème d'appétence (solution médicamenteuse, eau trop chaude ou de mauvaise qualité) ou de stress (vaccination, transfert, maladie,

densité élevée), ou à une insuffisance d'abreuvoirs. La réduction de la prise alimentaire et de la croissance ainsi engendrée est proportionnelle au degré de la réduction hydrique ; cela a été démontré par **Kellerup et al.** cités par **Ferrando (1969)** qui trouvent qu'une restriction d'eau de 50 % de la consommation *ad libitum* fait baisser la prise alimentaire de 111 g/jour à 75 g/jour chez le poulet. La surconsommation d'eau peut être causée par une augmentation de température, une teneur en sel de l'eau ou de l'aliment trop élevée (**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 al., 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 protéiques et d'excrétion rénale d'acide urique. En effet, les oiseaux ont la particularité physiologique de résorber l'eau des urines lorsqu'ils n'en disposent pas en abondance pour leur abreuvement. Cette eau remonte le long du colon, provoquant la précipitation de l'acide urique sous forme d'urates (**Larbier et al., 1991**)

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

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

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

Source : Quemeneur (1988)

1.2.1.2 - Besoins en énergie

L'énergie sert à couvrir les besoins énergétiques d'entretien que sont le métabolisme de base, la thermogénèse adaptative, l'extrachaleur et l'activité physique,

d'une part, et les besoins énergétiques de croissance, d'autre part. Le développement corporel du poulet est d'autant plus rapide que la consommation quotidienne d'énergie métabolisable est élevée. Selon L'INRA (1989), le premier besoin de l'animal concerne ses dépenses énergétiques car après l'eau, les constituants énergétiques sont ceux dont la privation affecte le plus rapidement la santé de l'animal et sa survie. Le besoin énergétique est aussi le plus sensible aux conditions du milieu et c'est celui 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 ses nutriments (protéines et acides aminés, minéraux, oligo-éléments, vitamines) si l'on veut que la volaille ingère la même quantité. Cette « concentration » de l'aliment se réalise soit en jouant sur le taux de cellulose de la ration, celle-ci n'étant pas digestible par les volailles, soit par addition d'une source concentrée d'énergie (graisse, mélasse).

Le besoin énergétique lié à une production dépend essentiellement de la composition de celle-ci. Plus elle est riche en lipides, plus elle est coûteuse car les réserves adipeuses corporelles renferment très peu d'eau. Le besoin énergétique de production est en principe indépendant des conditions de milieu ; il est en revanche très lié au patrimoine génétique de l'animal. Le besoin d'entretien quant à lui, est très influencé par le milieu ambiant.

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 : 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 : la production diminue et peut même cesser.

Selon **Anselme (1987)**, les besoins énergétiques des poulets sont compris entre 3000 et 3200 kcal/kg avec un minimum de 3100 kcal au démarrage et 3000 kcal en finition. Toutefois, les besoins énergétiques vont être influencés par des facteurs tels que la souche, le régime alimentaire et la température ambiante.

1.2.1.3 - 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 indispensable car ils ne peuvent pas être synthétisés par l'organisme (lysine, thréonine...) ou alors 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 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 nécessite un chauffage (70-80° C), les protéines et les acides aminés sont détruits par la réaction dite de Maillard. On recommande ainsi d'apporter un complément en protéines et acides aminés lorsque les aliments sont en granulés.

1.2.1.4 - Besoins en minéraux

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

1.2.1.5 - 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 Chicco et al. cités par Ferrando (1969), avec un apport de 0,4 % de magnésium et de 0,045 % de calcium, on note une augmentation du gain de poids et une amélioration de l'ossification.

1.2.1.6 - Besoins en vitamines

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

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

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

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

1.2.1.7 - 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).

Les recommandations alimentaires chez le poulet de chair figurent dans le tableau II.

Tableau II : Recommandations alimentaires pour les poulets de chair

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

Source : Anselme (1987)

1.3 - 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.

1.3.1 - AGE

Les capacités d'absorption et de digestion, ainsi que les besoins intrinsèques évoluent tout au long de la vie de l'animal ; les tableaux III et IV présentent 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 et en lysine selon l'âge (en g/100 g de gain de poids)

Age (semaines)	Protéines (g/100 g de gain de poids)	Lysine (g/100 g de gain de poids)
1	30,0	1,54
2	30,5	1,55
3	32,2	1,57
4	35,8	1,59
5	37,5	1,64
6	42,0	1,69
7	43,2	1,76
8	44,8	1,80
9	45,1	1,85

Source : Larbier et Leclercq (1992)

Ainsi, pour répondre au même objectif (ici, 100 g de gain de poids), les besoins en protéines de l'animal évoluent de 30 à 45,1 g et de 1,54 à 1,85 g pour les besoins en lysine.

Tableau IV : Recommandations d'apport en macroéléments chez le poulet de chair (en g/100 kcal d'énergie métabolisable)

Age (jours)	Phosphore disponible (g/100 g d'EM)	Calcium (g/100 g d'EM)	Sodium (g/100 g d'EM)	Potassium (g/100 g d'EM)	Chlore (g/100 g d'EM)
0-21	1,35	3,14	0,46	0,63	0,38
32-42	1,25	2,50	0,46	0,63	0,38
43-abattage	1,05	2,30	0,46	0,63	0,38

Source : Larbier et Leclercq (1992)

1.3.2 - SOUCHE

L'IEMVT (1991) définit la souche 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'aliment que les souches légères.

1.3.3 - CONDITIONS D'AMBIANCE

L'élévation de la température réduit les besoins et la dépense énergétiques 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 à 16 grammes d'aliment par adulte et par jour. Les effets de la température étant des plus importants sur la croissance, il leur a été consacré un chapitre.

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 à l'instar de 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.

1.4 - MATIERES PREMIERES COURAMMENT UTILISEES ET LEURS APPORTS

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

1.4.1 - SOURCES D'ENERGIE

1.4.1.1 - Céréales

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

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

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

Les céréales sont pauvres en vitamines. On note cependant dans le maïs jaune la présence de pigments xanthophylles qui colorent en jaune la graisse des poulets (**Leslie et al., 1972**). De plus, elles contiennent peu de cellulose. Par ailleurs, elles sont de conservation facile, ce qui est un énorme avantage. Les principales céréales utilisées sont : le mil et le sorgho d'une part, et le maïs d'autre part, qui est d'ailleurs considéré comme la céréale de choix pour l'alimentation des volailles, de par sa valeur énergétique élevée et la grande constance de celle-ci, que ce soit en fonction de l'année ou de la région de production (**Larbier et Leclercq, 1991; Métayer et al., 1993 ; ONIC-AGPM, 1999**).

1.4.1.2 - Sous-produits des céréales

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

1.4.1.3 - Matières grasses

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

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

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

Gab-wé (1992) estime que l'huile d'arachide incorporée au taux de 4 % dans la ration du poulet de chair de 6 semaines d'âge donne de meilleurs résultats de croissance.

1.4.2 - SOURCES DE PROTEINES

1.4.2.1 - Sources de protéines végétales

a) Tourteau de soja

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

b) Tourteaux d'arachide et de coton

Ils sont issus des huileries. Ce sont des sous-produits qui selon la technique d'extraction (par des solvants organiques comme l'hexane), sont pauvres en matières grasses. Par contre, ce sont de véritables sources de protéines. Ils sont les tourteaux les plus disponibles, malgré la présence de facteurs anti-nutritionnels tels que l'aflatoxine dans les tourteaux d'arachide et le gossypol dans le coton ; ceci impose des limites à leur utilisation en alimentation. **Tacher et al. (1971)** montrent que l'action toxique du gossypol libre se manifeste à des teneurs de 0,012 % et que la mortalité apparaît à partir de 0,16 %. Outre la présence de gossypol, les protéines du tourteau de coton sont de qualité moyenne à cause de la faible teneur en lysine et en acides aminés soufrés. Cependant, on peut utiliser ce tourteau dans les rations pour volailles à des taux variant de 5 à 10 % (**Angulo-Chacon, 1986**). Toutefois, la tendance est à la production de coton « glandless » dépourvu de substances toxiques.

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

Selon **Anselme (1987)**, le tourteau d'arachide du Sénégal qui contient jusqu'à 0,4 p.p.m. d'aflatoxine peut être utilisé pour couvrir les besoins en protéines lorsque la

ration est supplémentée en acides aminés essentiels comme la lysine, la méthionine et le tryptophane.

c) Levures

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

1.4.2.2 - Sources de protéines animales

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

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

- leur taux élevé en calcium, phosphore et vitamines du groupe B, en particulier en riboflavine ;
- la présence de vitamine B12 (cyanocobalamine), qui est presque absente des aliments d'origine végétale, à l'exception des levures ;
- leur teneur énergétique assez élevée du fait de leur plus grande richesse en matières grasses ;
- leur meilleur équilibre en acides aminés essentiels.

a) Farines de poisson

Elles sont assez hétérogènes à cause de la diversité des matières premières utilisées : poissons entiers, déchets de poissonnerie, poissons gras ou maigres. Elles sont riches en protéines de grande valeur biologique, pourvues d'acides aminés indispensables. La limite à leur utilisation vient du fait qu'elles coûtent cher. De plus, au-delà d'un certain seuil, elles donnent leur odeur à la viande.

b) Farine de sang

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

1.4.3. SOURCES DE MINÉRAUX ET DE VITAMINES

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

Un déficit modéré en calcium n'affecte que les volailles en bas âge, tandis qu'un apport insuffisant en phosphore va se traduire par une anorexie, une baisse de la croissance, des troubles locomoteurs graves et même de la mortalité (ISA, 1985).

Le chlorure de sodium apporte le sodium et le chlore à la ration.

Les oligo-éléments tels que le zinc, l'iode et le magnésium, les vitamines et les additifs alimentaires sont apportés par les prémix ou C.M.V. (compléments minéraux vitaminés).

1.5. DIFFÉRENTES PRÉSENTATIONS DES ALIMENTS POUR VOLAILLES

Picard et al. (1999) écrivent que le comportement alimentaire d'une volaille peut se diviser en trois phases : l'identification, la préhension et l'ingestion. La première dépend en grande partie des expériences acquises et vécues par l'animal. Dans cette phase, tous les signaux sensoriels et plus particulièrement la vision sont mis à contribution. La préhension utilise aussi la vue mais aussi le toucher. Cela souligne toute l'importance des caractéristiques physiques des aliments (taille, forme, dureté et élasticité...). Les caractéristiques nutritionnelles interviennent dans la dernière phase : l'ingestion qui est aussi influencée par l'environnement.

Dans ses travaux publiés en 1984, l'INRA montre l'importance du régime alimentaire sur la couverture des besoins des volailles. En effet, le poulet présente une

croissance plus rapide et un meilleur indice de consommation lorsqu'il reçoit pendant la phase de démarrage un aliment présenté en miettes et ensuite en granulés (de 3,5 à 5 mm). Cette amélioration de performances sous l'effet de la granulation s'atténue, cependant, au fur et à mesure que la teneur énergétique des aliments s'élève ; elle n'est guère perceptible au-delà de 3 200 kcal EM/kg.

Anselme (1987) cité par **Vias (1995)**, constate que lorsque l'aliment est granulé, le seuil énergétique est ramené à 2850 -2900 kcal/kg au lieu de 3200 kcal/kg pour l'aliment en farine. Il conclut que la granulation influe donc sur les besoins énergétiques en assurant les performances optimales..

Les avantages et inconvénients de la granulation sont présentés dans le tableau V.

Tableau V : Granulation de l'aliment : avantages et inconvénients

Avantages de la granulation	Inconvénients de la granulation
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diminution du gaspillage ▪ Réduction du risque de démixage ▪ Stérilisation partielle de l'aliment ▪ Facilité de manutention ▪ Conservation améliorée ▪ Suppression du risque de collage du bec ▪ Facilite l'utilisation de graisse et de mélasse 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ -Coût élevé ▪ -Maintenance délicate de la presse à granuler ▪ Risque de dénaturation des protéines et des vitamines par le chauffage ▪ Favorise une surconsommation et l'engraissement chez les pondeuses ▪ - Favorise le picage par baisse de temps consacré à ingérer

Source : SANOFI (1996)

CHAPITRE 2 : REGULATION THERMIQUE

Les températures ambiantes élevées réduisent la croissance des poulets et ceci quelle que soit l'origine génétique des animaux (**Washburn et Eberhart, 1988**). La zone de bien-être thermique se situe entre 16 et 20° C. Au delà et en dessous de ces limites, le métabolisme s'accroît sensiblement et traduit une perte d'énergie pour lutter contre la chaleur ou contre le froid, par une série de moyens constituant la régulation thermique.

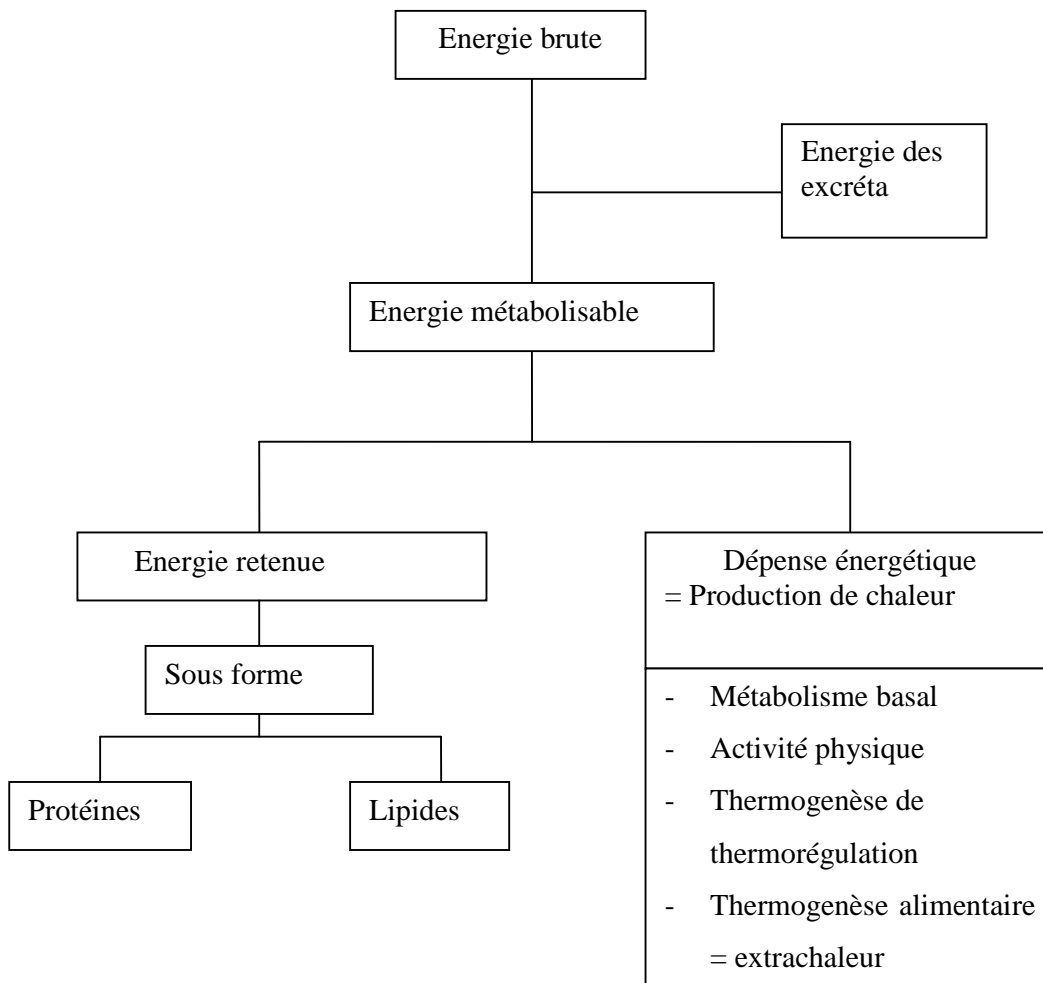
Les oiseaux sont des êtres vivants capables de maintenir leur température interne quasi - constante. Leur corps est recouvert de plumes et dépourvu de glandes sudoripares. Ils ont, en général, une température plus élevée que les mammifères (41-42° C pour un coq adulte), ce qui les rendrait comparativement moins sensibles au stress thermique (**Meltzer, 1983**). Chez le poussin d'un jour, la température rectale est de 39,5° C. On comprend donc la nécessité pour la volaille de vivre dans des conditions idéales (température ambiante, vitesse et humidité de l'air, état de la litière) depuis le stade du poussin jusqu'au stade du poulet. Ce d'autant plus que l'écart thermique maximal toléré chez le poussin est de 0,5°C.

Toutefois, le maintien de l'homéothermie impose que la production de chaleur générée par le métabolisme soit exactement en équilibre avec les pertes de chaleur. La température ambiante au-dessus de laquelle il n'y a plus d'équilibre entre productions et pertes entraînant une augmentation significative de la température rectale semble se situer autour de 32° C chez les volailles domestiques (Travaux cités par **Smith et Oliver, 1971**).

2.1- PRODUCTION DE CHALEUR OU THERMOGENESE CHEZ LE POULET DE CHAIR

L'ensemble des synthèses et dégradations nécessaires au maintien des fonctions vitales (métabolisme) est à l'origine de la grande partie de la chaleur produite par l'organisme.

Le bilan énergétique représentant les différentes composantes de la dépense énergétique est présenté par la figure 3.



Source : Geraert (1991)

Figure 3 : Schéma du bilan énergétique

Il ressort de cette figure que la thermogénèse fait intervenir un certain nombre de mécanismes représentés par le métabolisme basal, l'activité physique, la thermogénèse de thermorégulation et la thermogénèse alimentaire ou extrachaleur.

2.1.1- METABOLISME BASAL

C'est la production de chaleur au repos en état de jeûne postprandial et dans la zone de neutralité thermique. Chez les oiseaux, on l'estime par la production de chaleur à jeun. **Farrel (1988)** montre que l'augmentation de la température ambiante entraîne une diminution de la chaleur produite à jeun, et par conséquent, du

métabolisme basal. Selon **Sykes (1977)**, il y aurait aussi réduction du besoin énergétique d'entretien (métabolisme de base + activité physique + utilisation alimentaire), rendant ainsi disponible plus d'énergie pour la production à condition que les besoins en d'autres nutriments soient couverts.

Le métabolisme basal varie aussi en fonction d'autres facteurs. Ainsi, **Mac Leod (1984)** montre que la sélection génétique réduit le métabolisme basal. En effet, les souches qui ont une masse corporelle faible, de même que des appendices développés tolèrent mieux la chaleur que les autres. Cependant, les génotypes de volailles maigres ou gras ne présentent pas de différence significative de production de chaleur à jeun (**Mac Leod et Geraert, 1988**) mais l'excès de gras pourrait entraver la thermolyse.

2.1.2- ACTIVITE PHYSIQUE

Van Kampen (1976) constate que chez les pondeuses, la station debout accroît la production de chaleur de 25 % par rapport à la position de repos. **Mac Leod et al. (1982)** considèrent qu'au maximum 15 % de production de chaleur journalière proviennent de l'activité physique des pondeuses et que ce taux peut descendre jusqu'à 6% selon les génotypes. Dans leurs travaux, **Murphy et Preston (1988)** remarquent que les poulets passent 65% de leur temps couchés avec de fréquentes interruptions pour manger, boire ou se déplacer. **Geraert (1991)** explique le phénomène en disant qu'au moment de la station debout, les oiseaux produisent un bref efflux de chaleur et augmenteraient la surface corporelle disponible pour la perte de chaleur par diminution du contact avec les voisins ou le sol. Chez les poulets en croissance, 7 % de l'EM ingérée est utilisée pour l'activité physique, mais le rationnement alimentaire pourrait augmenter cette proportion jusqu'à 15 %, estiment **Wenk et Van Es (1976)**. Ceci montre toute l'importance qu'il y a de bien formuler les rations pour cette catégorie d'animaux.

Outre le déplacement, le halètement fait partie de l'activité physique. Ainsi, chez le poulet exposé à des températures élevées, la production de chaleur est supérieure à la quantité dégagée dans la zone de neutralité thermique. En fait, le halètement a un coût énergétique puisqu'il contribue à augmenter la fréquence cardiaque, mettant ainsi en jeu une participation active des muscles cardiaques.

Geraert (1991) estime que sous une température ambiante de 35 à 40° C, le halètement représente 12 % de l'augmentation de la thermogénèse, alors que la fréquence respiratoire passe de 30 à 150/minute. Il suffirait de réduire la demande des autres tissus pour compenser cette augmentation de la demande énergétique due à la respiration, ceci maintiendrait constante la production de chaleur (**Hillman et al., 1985**).

2.1.3- EXTRACHALEUR OU THERMOGENESE ALIMENTAIRE

L'extrachaleur peut se définir comme étant l'énergie produite lors de l'ingestion et de la digestion de l'aliment ainsi que lors de l'utilisation métabolique des nutriments résultant de cette digestion. On l'estime à 15-30 % de l'EM pour les aliments complets. Elle dépend de la composition de l'aliment. Ainsi, les rations qui présentent une extrachaleur élevée sont déconseillées en période de chaleur. **Tasaki et Kushima (1979)** montrent que les protéines présentent la plus forte contribution à la thermogénèse alimentaire par rapport aux glucides et aux lipides. De plus, tout apport d'acides aminés en excès par rapport aux besoins entraîne un catabolisme accru et une production de chaleur augmentée. Dès lors, tout retard de croissance ne saurait être comblé par un réajustement du niveau des protéines alimentaires. Des travaux de **Husseini et al. (1987)** ont montré que les meilleurs gains de poids des poulets étaient obtenus pour les régimes renfermant 20 % de protéines et 14,27 MJ/kg..

Waldroup (1982) suggère qu'une réduction de l'apport alimentaire d'acides aminés pourrait se faire si on utilisait des protéines de base supplémentées en acides aminés de synthèse. Toutefois, une légère augmentation de la fourniture en lysine s'avère bénéfique lorsque la température devient légèrement élevée (**Mc Naughton et al., 1983**).

L'énergie des aliments se trouve en grande partie dans les glucides et les lipides. Leur utilisation dépend de la température ambiante. Des trois groupes de nutriments, les lipides ont l'extrachaleur la plus basse. **Mac Leod (1985)** montre que pour 100 kJ d'énergie nette obtenue à partir des graisses, seulement 5 kJ sont perdus sous forme de chaleur, contre 25 avec les glucides. Par ailleurs, les régimes contenant des graisses ont souvent une valeur énergétique plus élevée que la valeur EM calculée (**Mateos et Sell, 1980**) s'expliquant par un ralentissement du transit digestif et une

amélioration de la digestibilité de l'amidon. D'après **Fuller (1981)**, quelle que soit la forme de présentation de l'aliment, farine ou granulés, les régimes riches en lipides sont toujours préférés par les poulets en croissance.

Des travaux dirigés par **Mac Leod (1985)** attestent que l'ingéré alimentaire est réduit lors d'un stress thermique pour diminuer la composante « thermogénèse alimentaire » de la production de chaleur. De plus, l'extrachaleur correspond à 10 % de l'EM pour les régimes riches en graisse, contre 30 % pour les régimes riches en fibres. Ainsi, le contenu énergétique net supérieur des régimes riches en graisses permettrait des ingérés énergétiques plus importants. Toutefois, une amélioration de l'efficacité alimentaire et des gains de poids plus faibles avec les régimes riches en fibres chez le poulet en croissance dans les régions chaudes a également été observée par **Abdelsamie et al. (1983)**.

Une expérimentation de **Aïn Baziz et al. (1990)** montre que seule la quantité d'énergie déposée sous forme de lipides varie en fonction de la composition du régime, quelle que soit la température. **Geraert (1991)** conclut en disant que la seule modification de la composition alimentaire ne permet pas d'améliorer la croissance chez le poulet de chair élevé au chaud. Une solution serait de réduire le stress thermique d'origine alimentaire en supprimant la distribution de l'aliment aux heures chaudes. Ainsi, la température rectale augmente moins et moins vite qu'en présence de l'aliment (**Francis et al., 1991**).

Charles et al. (1981) écrivent que l'absence d'interaction entre la température ambiante et la composition de l'aliment chez le poulet permet de penser que les effets des températures élevées sont spécifiques et n'agissent pas seulement par le biais de l'alimentation, mais aussi seraient sous la dépendance d'un contrôle hormonal.

2.1.4- CONTROLE HORMONAL DE LA THERMOGENESE

L'énergie est stockée dans l'organisme sous forme d'ATP (Adénosine Triphosphate). De nombreuses réactions biochimiques d'oxydoréduction aboutissent à la libération de l'énergie ainsi stockée. Tous ces processus sont régulés par les sécrétions hormonales. Il s'avère donc utile de connaître les glandes dont les hormones sont impliquées dans la thermogénèse.

2.1.4.1- Thyroïde

Chez la plupart des espèces animales, elle est impliquée dans le contrôle de la thermogénèse. Les principales hormones sécrétées sont la triiodothyronine (T3) et la thyroxine (T4). En 1980, **Davison et al.** montrent que l'absence de thyroïde entraîne un défaut de thermorégulation et une baisse de la thermogénèse chez le poussin. D'après **Rudas et Pethes (1982)**, la réponse de la thyroïde aux températures élevées serait décomposée en deux phases : d'abord, une phase rapide qui est la phase d'adaptation précoce pendant laquelle il y aurait un changement rapide de la conversion de T3 en T4 au niveau du foie et ensuite, une phase lente. Les deux hormones thyroïdiennes n'ont pas la même efficacité dans la régulation de la production de chaleur, note **Geraert (1991)** ; la T3 étant la plus active. **Rosebrough et al. (1989)** estiment que c'est l'ingéré énergétique qui serait seul responsable de la variation du taux plasmatique des hormones thyroïdiennes.

Les concentrations plasmatiques de ces hormones seraient plutôt en relation avec le bilan énergétique (ingéré et dépense énergétique) suggèrent **Danforth et Burger (1989)**. En effet, s'il y a réduction de l'ingéré sans diminution de la dépense (bilan énergétique négatif), la concentration circulante de T3 diminue. Ceci rejoint les conclusions présentées dans le tableau VI de **Mitchell et Goddard (1990)** ; ces auteurs observent une diminution de T3 chez des poulets élevés au chaud (35° C) comparés à d'autres maintenus à 22° C et ingérant la même quantité d'aliment. Ainsi, lorsque les poulets sont élevés en période de chaleur, leurs performances de croissance sont inférieures à celles obtenues avec des poulets élevés à des températures plus basses, même lorsqu'ils consomment la même quantité d'aliment.

Lorsqu'il fait chaud, le métabolisme basal et l'activité physique du poulet en croissance diminuent, tandis que l'extrachaleur serait plutôt augmentée (**Aïn Baziz et al., 1990**).

Tableau VI : Effet de la chaleur sur les performances de croissance et quelques caractéristiques plasmatiques des poulets de chair entre 2 et 4 semaines d'âge (5 animaux par traitement)

Température	22° C	22° C	Signification	35° C
Alimentation	ad libitum	égalisée		ad libitum
Ingéré (g/jour)	127,6	90,7		95,8
Gain de poids (g/jour)	50,7	41,2		29,9
Indice de consommation (g gain/g ingéré. jour)	2,6	2,4	*	3,2
Poids vif final (g)	881	847	*	703
En mg/ml plasma				
T4	15,2	15,6	*	5,6
T3	3,5	3,0	**	0,98
GH	60,5	44,6	NS	108,0

Source : Mitchell et Goddard (1990)

2.1.4.2- Glandes surrénales

Elles sont fortement impliquées dans le contrôle de divers processus organiques, au rang desquels la réaction face aux différentes agressions, dont le stress. Les principales hormones dont le taux plasmatique varie en fonction de la température sont la corticostérone et les catécholamines (adrénaline et noradrénaline). C'est au niveau du cortex surrénalien que ces hormones sont sécrétées. **El Halawani et al. (1973)**, puis **Edens et Siegel (1976)** rapportent qu'une augmentation suivie d'une diminution importante de la corticostéronémie est observée pendant les périodes chaudes chez les poulets. Les jeunes oiseaux chez lesquels le cortex surrénalien peu développé ne sécrète pas suffisamment de corticostéroïdes présentent une prostration lorsqu'ils sont exposés à la chaleur. Quant aux catécholamines, leur sécrétion est immédiate en cas de stress thermique puisque l'innervation des surrénales est de type sympathique. Des travaux de **Hissa et al. (1980)**; **Hillman et al. (1977)** montrent que la réaction de l'organisme serait surtout due à l'impact de la température ambiante sur les cibles de ces hormones plutôt qu'à l'action même des catécholamines.

Comme le prouvent **Fuller et Dale (1979)** ; **Mitchell et Goddard (1990)**, la réduction de la croissance du poulet en période chaude n'est pas seulement une conséquence de la réduction de l'ingéré alimentaire, mais aussi le fait des modifications métaboliques.

2.2- THERMOLYSE OU PERTE DE CHALEUR CHEZ LE POULET DE CHAIR

Maintenir constante sa température corporelle est impératif pour la survie du poulet de chair. Ceci passe par l'élimination de la chaleur produite (thermolyse). Pour ce faire, les volailles doivent perdre la chaleur par :

- *convection* : il y a perte de chaleur à travers des duvets ou des plumes au profit de l'air ambiant. Plus les plumes sont mouillées, plus l'air est frais et plus les échanges se font rapidement. L'utilisation de brasseurs d'air permet la mise en mouvement de l'air et donc la convection ;
- *conduction* : il s'agit du contact direct de la volaille avec la litière lui permettant d'exporter ses calories ;
- *rayonnement* : la chaleur est envoyée vers la litière ou vers les parois plus froides au travers de l'air ;
- *évaporation* : l'évaporation de l'eau à travers la respiration encore appelée halètement, favorise la diminution de la température interne chez les oiseaux ;
- *excrétion* par les fientes : elle est peu efficace, puisqu'elle ne représente que 5 % des pertes de chaleur des oiseaux.

La perte de chaleur résulte donc de l'écart thermique entre le corps de l'animal et le milieu ambiant. Les différents mécanismes de thermolyse évoqués ci-dessus peuvent être répartis en deux ensembles que sont les pertes sensibles (chaleur qui augmente la température ambiante) dont font partie les pertes par convection, conduction et rayonnement, d'une part, et les pertes insensibles (n'entraînent pas le réchauffement du milieu) dues à l'évaporation et à l'excrétion par les fientes, d'autre part.

2.2.1- THERMOLYSE PAR CHALEUR SENSIBLE

El Boushy et Van Marle (1978) estiment qu'en climat tempéré, près de 75 % de la thermogénèse chez les oiseaux est éliminée par la voie sensible.

Les pertes par rayonnement (ou par radiation) ne représentent que 5 % du flux total de chaleur, précise **Walsberg en 1988**. **Mitchell (1985)** affirme que la perte thermique due au rayonnement baisse avec l'augmentation de la température.

Les pertes par convection dépendent du niveau de ventilation ambiante. En effet, il suffirait que l'air arrivant au niveau de l'animal soit plus frais que le corps de ce dernier pour qu'il cède des calories.

La conduction thermique a surtout lieu, d'une part, au niveau des appendices céphaliques (crêtes et barbillons) pouvant représenter jusqu'à 7 % de la surface totale du corps (**Freeman, 1983**) et des pattes, d'autre part. Ces parties dépourvues de plumes peuvent servir à exporter près de la moitié de l'énergie due à la thermogénèse en raison d'une importante vasomotricité qui améliore les échanges thermiques via l'accroissement du flux sanguin. Cette affirmation rejoint celle de **Geraert (1991)**, disant que le flux sanguin vers la peau emplumée et les organes internes diminue lors de l'exposition au chaud. **Michels et al. (1985)** évoquent les modifications physiques (épilation) et génétiques (génotype cou nu) de l'emplumement comme étant favorables aux pertes sensibles. Le comportement des volailles en vue de se débarrasser de la chaleur ainsi que la réduction des densités d'élevage sont aussi des atouts permettant la réalisation de la voie sensible.

2.2.2- THERMOLYSE PAR CHALEUR LATENTE

Lorsque le poulet a chaud, il augmente la thermolyse évaporatoire, font remarquer **El Boushy et Van Marle (1978)**. **Dawson (1982)** estime que le poulet peut perdre par la peau, les 40 % voire plus de l'évaporation totale lorsqu'il est en zone de neutralité thermique. Cependant, l'augmentation de la température fait que la voie respiratoire devient la plus sollicitée. Vers 28-29° C, le halètement apparaît et se traduit par une très forte augmentation de la fréquence respiratoire. Il est sous la dépendance de récepteurs médullaires et hypothalamiques et ce n'est qu'après élévation des températures hypothalamiques et cloniques, qu'a lieu le halètement

(Woods et Whittow, 1974). Le nerf vague assure la transmission des influx. Les conséquences de ce phénomène sont : hyperthermie, hypocapnie et alcalose respiratoire à l'origine d'une baisse de croissance, asphyxie et mort.

Une hygrométrie élevée sature l'atmosphère en vapeur d'eau, réduisant ainsi les possibilités d'évaporation. Elle favorise dès lors la sensation de stress thermique.

En augmentant la vitesse de l'air qui arrive au niveau des animaux, en réduisant les densités et en choisissant des régimes adaptés, on arrive à améliorer les pertes de chaleur, mais surtout à diminuer la thermogénèse. Une autre solution consisterait à l'acclimatation des oiseaux ; cela passe par une adaptation précoce aux températures élevées. Comme le suggère Mac Leod (1984), si le métabolisme basal est diminué par l'acclimatation, une plus grande extrachaleur sera tolérée avec pour conséquence un accroissement de l'ingéré énergétique. L'individu adapté au chaud peut augmenter son ingéré sans accroître sa thermogénèse, conclut Geraert (1991).

2.3- REACTION DES VOLAILLES EN FONCTION DE LA TEMPERATURE

2.3.1- REGULATION THERMIQUE EN ZONE DE NEUTRALITE THERMIQUE

La neutralité thermique représente les températures idéales. Ici, le confort thermique des animaux est maximum et permet une régulation thermique et une conversion alimentaire optimales. En dehors de cette zone, on note une baisse de la croissance et donc, de la productivité. La zone de neutralité thermique varie en fonction de l'âge de la volaille ; ces températures recommandées étant présentées dans le tableau VII.

Tableau VII : Températures recommandées en aviculture

Age (jours)	Température aire de vie (°C)	Evolution du plumage
0-3	33-31	Duvet
3-7	32-31	Duvet et ailes
7-14	31-29	Duvet et ailes
14-21	29-28	Ailes et dos
21-28	28-22	Ailes, dos, bréchet
28-35	22-21	
35 et +	21-18	

Source : SANOFI (1996)

Quand ces normes sont respectées, on note une répartition homogène des animaux dans tout le bâtiment ; ils s'alimentent et s'abreuvent sans difficulté ; il n'y a ni gaspillage de l'aliment, ni bagarre, ni picage, encore moins de piétinement ; la croissance est régulière et homogène sur l'ensemble du lot. La zone de neutralité thermique évolue avec l'état d'emplumement, se déplace et s'élargit avec l'âge. Ainsi, elle peut être ramenée de 2 à 4° C vers le haut lors de l'augmentation progressive de la température (environ 1° C par semaine). On parle alors d'acclimatation des volailles.

2.3.2- REGULATION THERMIQUE SOUS LA ZONE DE NEUTRALITE THERMIQUE

L'animal a tendance, soit, à gonfler son plumage (isolant thermique), soit à consommer plus d'aliments, soit à faire des efforts musculaires qui provoquent un dégagement de chaleur. Les animaux se serrent les uns contre les autres à la recherche de la chaleur ; on observe le plus souvent des étouffements. Ils recherchent des coins de litières sèches et chaudes. Les plumes, unique revêtement isolant, sont alors ébouriffées pour augmenter cet effet. La surconsommation alimentaire qui en résulte permet de produire des calories qui servent à réchauffer les oiseaux, d'où un gaspillage alimentaire. Chez le poussin, c'est seulement après 3 semaines lorsque le duvet est remplacé par les plumes (1^{ère} mue), que le contrôle de la température est pleinement assuré, d'où l'intérêt d'un emplumement précoce.

2.3.3- REGULATION THERMIQUE AU-DELA DE LA ZONE DE NEUTRALITE THERMIQUE

La connaissance des effets de la chaleur sur le poulet de chair et des adaptations défensives qu'il met en jeu face à l'agression thermique est indispensable, puisqu'elle permet d'améliorer son confort et donc la productivité.

Dès que la température dépasse 25° C, au fur et à mesure de son élévation, la poule réagit de manière à en diminuer l'effet.

2.3.3.1- Au plan comportemental

La poule évite toute dépense musculaire, cherche l'endroit le plus frais ; elle s'enfonce dans la litière pour essayer de restituer au sol frais une partie de la chaleur emmagasinée. L'air devenant vital, les animaux recherchent des zones aérées soit en se tenant près des ouvertures, soit en montant sur des perchoirs.

2.3.3.2- Au plan de l'aspect

Les ailes tombantes, écartées du corps et le plumage aussi collé que possible contribuent à augmenter la surface d'échanges des calories et à réduire au maximum l'effet isolant des plumes. Très vite, l'état de l'animal change allant de la prostration à l'apathie ou alors à la nervosité ce qui aboutit à la fatigue et au stress.

2.3.3.3- Au plan respiratoire

La poule augmente son rythme respiratoire (160 mouvements/minute contre 20 à 37 normalement) afin de diminuer sa température corporelle par l'échange au niveau du poumon et par l'exportation de calories dans la vapeur d'eau de l'air expiré. Les sacs aériens jouent un rôle important puisque l'air frais et sec dont ils se remplissent s'humidifie enlevant ainsi à l'organisme une quantité importante de vapeur d'eau, donc de calories par un phénomène identique à la sudation chez les mammifères.

2.3.3.4- Au plan alimentaire

La consommation accrue d'eau permet d'exporter une grande partie de chaleur par la vapeur d'eau. Lorsque le poulet est exposé à des températures ambiantes élevées, il modifie son métabolisme énergétique. Ainsi, il y a diminution de la

consommation alimentaire se traduisant par la baisse des besoins énergétiques d'entretien et des oxydations métaboliques d'origine alimentaire. Les fonctions de production (croissance) diminuent plus rapidement entraînant une augmentation de l'indice de consommation.

Quelques repères cliniques de température sont donnés ci-dessous (variables suivant l'humidité, la vitesse de l'air...) :

- à partir de 27° C : halètement des animaux ;
- à partir de 30° C : stress thermique ;
- à partir de 35° C : croissance des volailles presque nulle ;
- à partir de 38° C : prostration, mue ;
- à partir de 40° C : risque d'apoplexie ;
- à 43° C : mortalité de l'ordre de 30 %.

Pour maintenir constante leur température corporelle, les oiseaux doivent donc équilibrer leurs productions et leurs pertes de chaleur.

CHAPITRE 3 : MATIERES GRASSES ALIMENTAIRES ET PRODUCTIVITE DU POULET DE CHAIR

3.1- GENERALITES SUR LA PRODUCTIVITE

Le but visé en élevage de poulet de chair est la productivité maximale (un maximum de kilogrammes de gain de poids pour un minimum de kilogrammes d'aliment).

Quatre facteurs régissent la productivité en aviculture. Il s'agit de l'alimentation, la génétique, la pathologie et l'environnement. De l'action combinée de ceux-ci, dépendent les performances zootechniques du poulet de chair. En général, les objectifs de productivité visent la consommation alimentaire, le gain de poids, l'indice de consommation et la mortalité.

3.1.1 - CROISSANCE

La croissance se définit chez l'être vivant comme étant la capacité qu'ont les cellules de son organisme d'augmenter leur nombre et leur taille. L'ensemble des réactions biochimiques permettant à l'organisme de croître et de renouveler la matière vivante s'appelle le métabolisme ; il consiste en la synthèse de la matière nouvelle (anabolisme) et en la dégradation de grosses molécules (catabolisme).

Chez le poulet de chair, la croissance est très rapide, le poussin pouvant passer de 40 g à 1 jour à 2000 g à 7 semaines d'âge (**Smith, 1990**). Elle est associée à une efficacité alimentaire élevée et consiste en une synthèse protéique à partir des acides aminés alimentaires. D'où l'importance d'une ration riche en protéines.

Pour contrôler la croissance, on recommande de peser 10 à 20 % des sujets choisis au hasard tous les sept jours. Ainsi, il est possible de comparer le poids moyen obtenu à celui attendu au même âge et prévu par le fournisseur des poussins. Cela permet de déceler un retard de croissance dû à une erreur d'élevage. De même, cela donne une idée sur l'homogénéité du troupeau : en cas d'écarts pondéraux trop importants (15 - 20 % par rapport à la moyenne du cheptel), il faut séparer les

individus les plus petits des autres animaux afin de leur permettre de rattraper leur retard en les mettant dans des « parcs de rattrapage ».

La croissance est un processus physiologique qui est sous la dépendance d'hormones. Selon **Wright et al. (1972)**, les hormones qui interagissent pour faciliter la synthèse protéique sont : l'hormone de croissance, l'insuline, les hormones thyroïdiennes, les androgènes et les hormones surrénaliennes et testiculaires.

3.1.2 - AUTRES COMPOSANTES DE LA PRODUCTIVITE DU POULET DE CHAIR

Il s'agit essentiellement de la consommation alimentaire, de l'indice de consommation et de mortalité.

3.1.2.1 - Consommation et indice de consommation

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

L'indice de consommation représente le rapport entre la quantité d'aliment consommée et le gain de poids obtenu.

L'indice de conversion est aussi une mesure de la productivité d'un animal. Il se définit comme étant la quantité d'aliment utilisée pour obtenir le poids final.

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

3.1.2.2 - La mortalité

Elle peut être due aux pathologies, aux conditions de milieu défavorables, au déficit ou à la mauvaise qualité de l'eau ou de l'aliment et au manque de technicité de l'éleveur. Elle constitue une part importante des pertes en aviculture.

Des erreurs survenant lors de la conduite du troupeau peuvent compromettre dangereusement la poursuite de l'atelier de poulet de chair ; il s'agit, entre autres, des cas de pathologies qui sont à l'origine de retards de croissance, voire de mortalités importantes. De ce fait, le strict respect des règles d'hygiène et de prophylaxie est impératif. En général, on admet un seuil maximal de 5 % de mortalité. Au-delà, on incrimine l'éleveur. Le tableau VIII présente quelques pathologies fréquentes en aviculture au Sénégal.

Tableau VIII : Taux de déclaration et de mortalité des pathologies majeures rencontrées dans les élevages de volailles au Sénégal (mai 1998 à mai 1999)

Spécifications	Maladies	Déclaration (%)	Mortalité (%)
« Chair »	Gumboro	42	22
	Salmonellose	-	10
	Coccidiose	12	3
	Newcastle	4	30
Poulettes	Gumboro	40	6-10
	Coccidiose	21	2-3
	Newcastle	4-5	25
	Marek (à 100jours)	-	< 12
Pondeuses	Coccidiose	22	5
	Marek	11	18
	Maladies bactériennes	36	-

Source : RESESAV (2000)

Croissance, consommation, indice de consommation et mortalité sont les paramètres qui régissent la productivité du poulet de chair. L'objectif d'un maximum de gain de poids pour un minimum d'aliment consommé n'est atteint que lorsque tous ces paramètres sont abordés avec la plus grande importance.

Au total, la croissance de l'organisme résulte de l'ingestion et de l'assimilation alimentaire, à travers une série de réactions biochimiques. Le métabolisme permet ainsi à l'individu de synthétiser de la matière nouvelle à condition que les proportions dans lesquelles sont apportés les différents nutriments soient satisfaisantes. Ainsi, il

existe une étroite relation entre les principes nutritifs contenus dans l'aliment ; l'apport en excès de l'un pouvant empêcher l'autre de jouer efficacement son rôle.

3.2 - EFFET DE LA NATURE ET DU NIVEAU DE LA MATIERE GRASSE ALIMENTAIRE SUR LA PRODUCTIVITE DU POULET DE CHAIR

3.2.1 - EFFET DE LA NATURE ET DU NIVEAU DE LA MATIERE GRASSE ALIMENTAIRE

3.2.1.1 - Effet du niveau des lipides alimentaires

a) Niveau des lipides alimentaires et gain de poids

Pour plusieurs auteurs, l'incorporation de matières grasses dans l'aliment s'accompagne d'une amélioration de la croissance chez le poulet de chair. Le niveau de lipides alimentaires favorable à une bonne croissance varie cependant de façon importante d'un auteur à un autre. C'est ainsi qu'il passe de 2,5 – 5 % (**Jensen et al., 1980**) à 15 - 20 % (**Fuller et Rendon, 1979**) en passant par 6 – 12 % (**Ferrando, 1969 ; Blum et Leclercq, 1979 ; Dale et Fuller, 1979 ; Akiwande, 1981 ; Brown et Mc Cartney, 1982**).

Toutefois, d'autres auteurs ne trouvent pas d'effet de la matière grasse alimentaire sur le croissance du poulet (**Olumu et Offuong, 1980 ; Kamar et al., 1986**). Ainsi, ils remarquent que ni la croissance, ni la prise alimentaire, ni même le coût des aliments ne varient avec l'augmentation du niveau de matière grasse incorporée.

Un dernier groupe d'auteurs estime plutôt que les lipides alimentaires sont défavorables au gain de poids.

En effet, selon **Cherry (1982)**, une augmentation de 9,2 à 16,2 % du taux de matières grasses de la ration provoque le déséquilibre du rapport calories/protéines à l'origine de la baisse du gain de poids observée chez le poulet de chair. Quant à **Robbins (1981)**, les oiseaux utilisent mieux l'énergie des hydrates de carbone que l'énergie des lipides pour leur croissance. **Yacowitz** cité par **Patel et Gimis (1980)** évoque l'impact négatif de la richesse en lipides de la ration (10-15 %) sur le plumage et la croissance des poulets de chair. Cette croissance baisse considérablement si on

fait passer la teneur de l'aliment en huile de coton de 10% à 30 % (**Fraps** cité par **Patel et Gimis ; 1980**).

Abordant dans le même sens, **Donaldson et al.** cités par **Marbray et Waldroup (1981)**, rapportent que chez les poulets nourris avec des rations très riches en lipides, les besoins en protéines pour la croissance seraient plus élevés que chez ceux dont l'alimentation est moins riche.

En **1982**, **Marbray et Waldroup** citant **Rand et al.** montrent qu'il existe une corrélation inverse entre les rapports calories/protéines et protéines consommées/taux de croissance. Selon **Scott et al.** cités par **N'Guessan et al. (1989)**, les poulets réagiraient à une variation des teneurs en calories et en protéines, en régulant leur prise alimentaire de manière à satisfaire leurs besoins en énergie et en protéines, afin d'assurer leur croissance.

La disparité de ces résultats pourrait être le fait des conditions expérimentales. C'est ainsi que les résultats favorables à l'incorporation de matière grasse dans l'alimentation sont obtenus aux températures élevées (**Akiwandé, 1981 ; Gab-wé, 1992**) en relation avec la faible extrachaleur alimentaire des lipides. Ceci est en accord avec l'explication de **Picard et al. (1993)** « l'addition des lipides sans modification de l'apport d'énergie métabolisable calculée s'est traduite par une augmentation de l'ingéré énergétique net et de la croissance attribuable à un meilleur rendement énergétique des lipides qui induisent une production de chaleur plus faible que les autres nutriments »

Ainsi, les effets du niveau énergétique sur la croissance du poulet de chair varient suivant les auteurs et les conditions expérimentales; les uns trouvant qu'en augmentant la teneur lipidique des aliments, la croissance s'en trouve améliorée, les autres montrant plutôt le contraire, c'est à dire des conséquences néfastes des rations riches en lipides, un dernier groupe se situant entre les deux, rapporte que les lipides apportés à l'alimentation des volailles n'ont aucun effet sur le gain de poids.

Etant donné que la relation qui existe entre le niveau d'énergie et la croissance du poulet ne fait pas l'unanimité, il serait intéressant d'étudier le lien entre le niveau d'énergie et le dépôt de gras.

b) Niveau des lipides et caractéristiques de carcasse

« Les lipides sont introduits dans l'aliment pour des raisons à la fois nutritionnelles et technologiques. En effet, ils permettent d'augmenter le niveau énergétique de la ration tout en empêchant d'utiliser des matières premières de faible énergie. Ils sont aussi une source d'acides gras indispensables pour les animaux. De plus, ils permettent de limiter les poussières et l'usure des machines lors de la fabrication des aliments. Toutefois, ils causeraient un engraissement excessif à l'origine de la dépréciation de la carcasse, surtout lorsque les dépôts de gras visibles sont importants (gras abdominal, sous cutané...) », (**Lessire, 2001**). Cet auteur poursuit en disant que l'excès de dépôts adipeux génère une baisse des rendements lors de la préparation (éviscération, découpe) et de la transformation. Cependant, pour **Bougon et al. (1976)**, il y'a effectivement un engraissement excessif se traduisant par un gras abdominal important mais cela n'entraîne pas une baisse rendement.

Un bon régime alimentaire permet d'obtenir un produit de qualité. Pour ce faire, il faut que la ration soit équilibrée, c'est-à-dire qu'il faut respecter les normes recommandées pour les apports des différents nutriments qu'elle renferme. Ainsi, pour maintenir constant le rapport calories/protéines, les teneurs en lipides et en protéines doivent varier dans le même sens, c'est à dire qu'une augmentation de la teneur alimentaire en matières grasses doit s'accompagner d'une élévation du niveau de protéines car, en réduisant le niveau énergétique de la ration, on diminue de facto la rétention azotée (**Bougon et al., 1976**).

La valeur du rapport calories/protéines fait l'objet de controverses, puisque les auteurs ne sont pas unanimes à ce sujet. En effet, selon **Scott et al.** cités par **N'Guessan et al. (1989)**, elle serait de 160 en moyenne, contre 148 pour **Cherry (1982)**.

La connaissance du rapport énergie/protéines permet de prévenir le dépôt excessif de graisses sur les carcasses, puisqu'en l'augmentant, on favorise le dépôt du gras, avec une détérioration de l'indice de consommation (**Cherry, 1982**). Il paraît dès lors évident que lorsque ce rapport baisse, l'engraissement diminue. C'est du moins ce que suggère **Fraps** cité par **Marbray et Waldroup (1981)**, quand il montre une baisse importante de l'engraissement chez la volaille lorsqu'on lui apporte des aliments de

niveaux protéiques croissants, même quand leur teneur en matières grasses est élevée. **Donalson et al.** cités par **Marbray et Waldroup (1981)**, prouvent que ces deux paramètres (niveau d'énergie et engraissement de la carcasse) sont positivement corrélés. Au-delà de 4 semaines, tout accroissement de 100 kcal dans l'aliment distribué entraîne un dépôt supplémentaire de graisses corporelles égal à 2 % du poids de la carcasse (**INRA, 1989**).

c) Niveau des lipides et qualité de la viande

Berri et Jehl (2001) écrivent que la qualité d'un produit alimentaire, en général, et de la viande en particulier se décline selon cinq axes : sanitaire, nutritionnel, organoleptique, psychosocial (« image du produit ») et technologique. Les qualités organoleptiques de la viande représentent l'ensemble des propriétés perceptibles par le consommateur, c'est à dire, la couleur, la texture, la jutosité, la flaveur et l'arôme. Les qualités technologiques constituent quant à elles, l'aptitude de la viande à répondre aux besoins des transformateurs. Font partie de ces qualités, les rendements en viande, la stabilité au cours de temps, la capacité de rétention hydrique et les rendements à la cuisson. Les caractéristiques d'une viande dépendent des facteurs liés à l'élevage de l'animal dont le génotype, l'âge, le sexe, le régime alimentaire et le mode de production de l'animal (intensif ou extensif), mais aussi à l'abattage (transport, stress, étourdissement) et des traitements subis par la carcasse (réfrigération, découpe,...).

Selon **Arafa et al.** cités par **Berri et Jehl (2001)**; **Ristic et al. (1990)**, si on baisse l'apport énergétique de 13,5 à 9,5 MJ/kg, on obtient des viandes moins tendres et moins juteuses. Pour un régime pauvre en protéines (13 au lieu de 21 %), les viandes sont aussi moins tendres, moins juteuses et ont une flaveur moins intense et des pertes à la cuisson plus fortes (**Ristic et al., 1990**). D'après **Ricard et al. (1986)**, l'incidence conjuguée du rationnement énergétique et du rationnement protéique est plus complexe car dépendante de la souche. De ce fait, un tel rationnement augmente la tendreté des viandes de poulets à croissance rapide alors qu'il diminue celle des poulets à croissance lente (**Berri et Jehl, 2001**).

Les besoins en protéines et en énergie chez le poulet doivent donc être couverts par des apports dont le respect du rapport calories/protéines est l'exigence majeure,

parce que cela favorise l'obtention d'une viande de meilleure qualité, et évite l'engraissement excessif des carcasses de volailles étant donné que le coût de production des réserves adipeuses corporelles est important car elles renferment très peu d'eau.

Toutefois, il faut aussi tenir compte des besoins en d'autres nutriments tels que ceux liés à l'équilibre osmotique et à la croissance harmonieuse du squelette de l'animal et des interactions qui pourraient exister entre les différents principes nutritifs alimentaires pour fournir aux poulets des rations équilibrées afin d'assurer un gain de poids maximal et des caractéristiques de carcasse optimales.

d) Niveau des lipides, développement du squelette et besoins en sels minéraux et en vitamines.

Il doit exister une étroite relation entre la teneur en lipides et celle en minéraux de l'aliment, nous suggèrent certains auteurs. Ainsi, **Kenset et al. (1980)** observent une bonne minéralisation du squelette chez des poulets nourris avec des aliments dont le taux de lipides est moyen (5,6 %), ce qui n'est pas le cas avec des rations plus riches (8,9 %). **Antoniov et al. (1980)** notent qu'en faisant varier la teneur en calcium de 0,6 à 1,1 %, on améliore de 10 % l'efficacité d'utilisation des rations contenant 7,9 % de suif. D'après **Bres et al. (1973)**, les besoins en calcium, phosphore et potassium augmenteraient avec le niveau énergétique de l'aliment.

Quand aux vitamines, on gagnerait à en apporter aux animaux en même temps qu'on apporte les lipides, pour éviter des maladies par carence et une baisse de performances. Ainsi, **Patel et Gimis (1980)** remarquent une baisse du gain de poids lors de l'absence de la vitamine E, malgré un taux de 10 % de lipides chez le poussin.

De même, **Dnopr et Bartov (1982)** observent des troubles d'encéphalomalacie lorsqu'on soumet le poulet à une ration pauvre en vitamine E, mais riche en lipides libres.

Quant à la vitamine B12, **Spiney et al.** cités par **Patel et Gimis (1980)** rapportent qu'une différence de poids est observée chez le poulet, selon qu'elle est présente ou non dans une ration à 20 % de matières grasses. Les besoins en vitamines augmentent

lorsque dans les régimes iso caloriques, on substitue le glucose par les graisses hydrogénées, affirment **Looi et Renner (1974)**. Cependant, **Ferrando (1969)** trouve que l'apport de lipide fait baisser les besoins en vitamines B1 et augmenter ceux dus à la lactoflavine, à l'acide pantothénique, à l'acide folique, à l'acide nicotinique et à la choline.

La relation entre le niveau de lipides de la ration et les besoins en d'autres nutriments ainsi mis en évidence, il serait utile de voir l'effet de la source des lipides sur l'utilisation de l'aliment par le poulet.

3.2.1.2 - Effet de la nature des lipides

a) Nature des lipides et croissance

Parigi Bini (1986) estime que les graisses végétales sont mieux utilisables et plus absorbables que celles d'origine animale ceci du fait que les graisses végétales sont riches en acides gras insaturés, indispensables au poulet, à l'instar des acides linoléique, linolénique et arachidonique. Ainsi, **Pan et al. (1979)** notent une bonne croissance lorsque les lipides sont apportés soit par l'huile de palme, soit par l'huile de soja et mieux encore par l'huile de coco.

Antoniov et al. (1980) observent qu'en remplaçant l'huile de soja par le suif il y a baisse de la conversion alimentaire, **Bartov (1987)** constate plutôt une amélioration de l'ingestion alimentaire chez des poulets qui reçoivent une ration riche en suif par rapport à un autre lot dont la ration est supplémentée en huile végétale

Toutefois, selon plusieurs auteurs il semble que ce soit l'association d'huile végétale et d'huile animale qui donne le meilleur résultat. Ainsi, le mélange suif-huile de maïs donnerait des croissances optimales rapporte **Ferrando (1969)**. En 1989, **Fraga et al.** montrent qu'en apportant 2,5 % d'abats d'animaux et d'huile de tournesol, la croissance du poulet s'en trouve améliorée. Ils estiment que c'est la teneur en acide linolénique de ces huiles qui justifie leur efficacité.

Malgré la diversité des opinions concernant les performances de croissance dues à différentes sources de lipides, on peut affirmer que la nature de la matière

grasse est un facteur important pour le gain de poids chez le poulet de chair. Qu'en est-il de la constitution du squelette et de l'équilibre osmotique de la volaille ?

b) Nature des lipides et besoins en sels minéraux et en vitamines

Les lipides à acides gras insaturés seraient favorables aux dystrophies, de part l'inhibition qu'ils exercent sur le sélénium, estime **Ferrando (1969)**. Il est rejoint par **Sauveur (1988)** qui montre que la conséquence de la carence en zinc qui est la chondrodystrophie est potentialisée par des teneurs élevées en acides gras polyinsaturés, tandis que l'inverse se produit lorsqu'on apporte des acides gras saturés et des vitamines aux poulets. Cela suggère que l'utilisation d'acides gras insaturés dans les rations doit s'accompagner d'une augmentation de la teneur en minéraux et en vitamines.

c) Nature des lipides et qualité de la viande

Chez les espèces monogastriques, comme le porc et la volaille, le degré d'insaturation des lipides musculaires est un bon reflet du degré d'insaturation des lipides alimentaires. Dans ces espèces, il est donc possible d'augmenter la quantité de lipides insaturés du muscle en fournissant une nourriture riche en huile végétale. C'est donc cette dernière qui détermine en partie la qualité des viandes. Une telle alimentation apporte au poulet les AGPI (linoléique, linoléique) qu'il est incapable de synthétiser. Toutefois, l'augmentation des acides gras insaturés et surtout polyinsaturés entraîne, lors de la conservation de la viande des problèmes d'oxydation des lipides et de la myoglobine, causes principales de la dégradation des qualités organoleptiques des viandes (**Morissey et al., 1998**).

Un nombre important des qualités sensorielles et technologiques de ces viandes sont altérées (**Ajuyah et al. cités par Berri et Jehl, 2001**) et elles se conservent mal. Pour cette raison, on conseille l'incorporation dans les rations pour volailles d'anti-oxydants tels que la vitamine E (alpha tocophérol) qui améliore les qualités sensorielles et diminue de manière importante le développement de mauvaises odeurs, le rancissement et les pertes en eau des viandes de poulet (**Buckley et al., 1995**).

Le foie est le principal organe impliqué dans la synthèse endogène des acides gras chez les oiseaux, utilisant pour substrat les glucides alimentaires. Par inhibition compétitive, un excès d'acide linoléique limite la formation d'acide linoléique et vice versa, preuve que la fonction de lipogénèse jouée par les hépatocytes est inhibée par ces acides gras poly insaturés. Par conséquent, une alimentation riche en lipide inhibe la synthèse hépatique des lipides.

« En définitive, la nature et les proportions relatives des acides gras déposés dans les tissus des oiseaux dépendent donc des apports en substrats alimentaires, glucides ou lipides et de l'équilibre entre synthèse endogène hépatique et incorporation directe des acides gras alimentaires. Dans ces conditions, la composition en acides gras des tissus des oiseaux peut varier dans de larges proportions et être un bon indicateur de la nature des lipides ingérés », (Lessire, 2001).

d) Nature des lipides et qualité de la carcasse

Blanch et al. (1993) ; Scaife et al. (1994) ; Mossab et al. (1999) écrivent que les huiles de palme et de coprah accroissent les proportions des acides gras à chaîne courte et saturée ; les graisses animales (suif et saindoux) enrichissent les dépôts lipidiques du poulet en C16 :0 et C18 :0. A l'inverse, avec les huiles végétales riches en acides gras poly insaturés (colza, soja ou lin), ce sont les proportions d'acides poly insaturés à C18 qui augmentent. Les huiles marines quant à elles, accroissent de façon très significative les proportions des acides à chaîne longue et poly insaturée, C20 :5, C22 :5, C22 :6 de la série n-3.

Ainsi, la modification de la composition en acides gras des lipides de la carcasse est plus prononcée lorsque la composition de la matière grasse alimentaire est particulière.

Une étude menée en 1963 par **Marion et Woodroof** consistant à déterminer le profil en acides gras de la carcasse des volailles montre que l'ajout d'huile de maïs à une ration contenant du maïs, du tourteau de soja et la farine de poisson entraîne l'augmentation de la quantité d'acides gras en C18 :2 incorporée dans les tissus musculaires. Si c'est plutôt du suif qui est apporté, on note à ce moment une élévation intramusculaire des acides gras en C16 :0, C18 :0 et C18 :1 respectivement acides

palmitique, stéarique et oléique. Le remplacement partiel des matières grasses suscitées par de l'huile de poisson améliore la teneur du muscle en acides gras polyinsaturés à chaîne longue. **Hargis et Van Elswyk (1993) ; Leskanich et Noble (1997)** expliquent que cette propension qu'ont les volailles à incorporer les acides gras alimentaires dans leurs tissus a été utilisée pour apporter aux consommateurs les acides gras recommandés par les médecins au rang desquels ceux de la série n-3.

**DEUXIEME PARTIE : EVALUATION DE L'EFFET DE
LA NATURE ET DU NIVEAU DE LA MATIERE
GRASSE ALIMENTAIRE SUR LA PRODUCTIVITE DU
POULET DE CHAIR**

CHAPITRE 4 : MATERIELS ET METHODES

4.1 - OBJECTIFS DE L'ETUDE

➤ Objectif global

Etant donné le rôle que pourrait jouer la matière grasse alimentaire dans la productivité du poulet de chair, nous nous sommes proposé de déterminer et de comparer les effets de la nature et du niveau de la matière grasse de la ration alimentaire sur ce paramètre.

➤ Objectifs spécifiques

La productivité concerne la consommation alimentaire, le gain de poids, l'indice de consommation, le poids vif, le rendement de carcasse et la mortalité.

Ainsi, pour attendre nos objectifs, ces différents paramètres ont été mesurés et analysés.

4.2 - SITE DU TRAVAIL ET PERIODE D'ETUDE

Le travail a été réalisé dans un poulailler situé dans l'enceinte de l'EISMV. C'est un bâtiment à toiture en feuilles de tuile à pente unique, de type semi ouvert.

Dans le souci d'augmenter la puissance des tests statistiques, l'essai a été réalisé deux fois :

- du 02 novembre au 30 décembre 2005 ;
- du 17 février au 14 avril 2006.

Le protocole ci-dessous exposé a été appliqué dans les 2 répétitions.

4.3 - CHEPTEL EXPERIMENTAL

L'étude a porté sur 800 sujets (400 pour le 1^{er} essai et 400 pour le 2^{ème} essai) de souche Cobb 500 non sexés répartis à partir de la phase de croissance en 4 lots comme suit :

- lot 1 ou témoin (LT): oiseaux nourris à base d'une ration sans addition de matières grasses ;

- lot 2 (LMGCa): oiseaux nourris à base d'une ration à 2 % de MGCa. Le MGCa étant un complexe de sels calciques d'acides gras en poudre composé de 50 % d'acides gras insaturés et de 50 % d'acides gras saturés.
- lot 3 (LH2): oiseaux nourris avec une ration dans laquelle le taux d'incorporation d'huile d'arachide a été de 2 %;
- lot 4 (LH1): oiseaux nourris avec une ration dans laquelle le taux d'incorporation d'huile d'arachide a été de 1 %.

Le nombre de sujets par lot et par essai est par conséquent de 100.

L'apport des autres nutriments a été ajusté à l'augmentation du niveau énergétique lié à l'apport de matières grasses (voir tableau XII).

4.4 - AUTRES MATERIELS

Il s'agit de :

- matériel d'élevage (mangeoires, abreuvoirs, radiants, ampoules, seaux, litière);
- balance de précision de marque SOEHNLE (1g à 5000 g);
- thermomètre mini-maxi;
- panneaux en carton et grillagés pour former les gardes, recouvrir les ouvertures en phase de démarrage et aussi pour faciliter la mise en lots des animaux;
- bagues d'identification;
- matériel de nettoyage et de désinfection ;
- médicaments et matériels vétérinaires ;
- dispositif pour récolte et traitement des données ;
- dispositif pour analyse chimique des aliments.

4.5 - RATIONS ALIMENTAIRES

En période de démarrage, les animaux ont été nourris avec un aliment «NMA Sanders». Dans les phases suivantes, ils ont reçu, tour à tour, un aliment

« croissance », puis un aliment « finition ». Les rations expérimentales ont été conçues de telle manière que la nature de la matière grasse utilisée soit la seule différence entre elles. Ainsi, dans la ration témoin, le maïs a constitué la principale source d'énergie. Dans la 2^{ème} ration, le MGCa a remplacé partiellement le maïs tandis que, dans les 3^{ème} et 4^{ème} rations c'est plutôt l'huile d'arachide qui a remplacé partiellement le maïs mais à des teneurs différentes.

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

La composition des rations expérimentales est présentée par le tableau IX.

Tableau IX : Composition des rations expérimentales

Matières premières	Ration Témoin		Ration MGCa (2%)		Ration Huile (2%)		Ration Huile (1%)	
	Crois.	Finition	Crois.	Finition	Crois.	Finition	Crois.	Finition
1	0,63	0,677	0,59	0,6557	0,59	0,6557	0,60	0,66657
2	0,21	0,18	0,226	0,2	0,226	0,2	0,226	0,2
3	0,0343	0,0286	0,333	0,02	0,0333	0,02	0,0333	0,02
4	0,08	0,06	0,08	0,06	0,08	0,06	0,08	0,06
5	0	0	0	0	0,02	0,021	0,01	0,01
6	0	0	0,02	0,021	0	0	0	0
7	0	0,0015	0	0,002	0	0,002	0	0,002
8	0	0,0012	0	0,0015	0	0,0015	0	0,0015
9	0	0,001	0	0,0011	0	0,0011	0	0,0011
10	0,015	0,002	0,02	0,008	0,02	0,008	0,02	0,008
11	0,0267	0	0,0267	0	0,0267	0	0,0267	0
12	0	0,0267	0	0,0267	0	0,0267	0	0,0267
13	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
14	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002

Crois. : croissance

Pour des raisons de confidentialité, les matières premières entrant dans la composition des rations ont été représentées par des chiffres.

4.6 - METHODES

4.6.1 - CONDUITE DES OISEAUX

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

4.6.1.1 - Préparation du local

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

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

Une garde en carton permettant une densité de 40 individus/m² a été installée. Le radiant fixé aux poutres et suspendu à environ 1 m du sol, a permis de chauffer l'aire de démarrage à une température de 28° C.

4.6.1.2 - Arrivée des poussins et démarrage (photo 1)

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

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



Photo 1 : Poussins au démarrage

Le plan de prophylaxie suivi est celui du fournisseur des poussins.

Tableau X : Plan de prophylaxie mis en œuvre lors de l'essai

Age (jours)	Opérations	Produits
1	Vaccination contre la maladie de Newcastle	IMOPEST (couvoir) HB1 (trempage de bec)
2, 3 et 4	Prévention des réactions post-vaccinales et du stress	Anti-stress (eau de boisson)
9	Vaccination contre la maladie de Gumboro	HipraGumboro (eau de boisson)
10, 11 et 12	Prévention des réactions post-vaccinales et du stress	Anti-stress (eau de boisson)
17	Rappels vaccins contre les maladies de Gumboro et de Newcastle	HipraGumboro + HB1 (eau de boisson)
18, 19 et 20	Prévention des réactions post-vaccinales et du stress	Anti-stress (eau de boisson)
22, 23 et 24	Prévention de la coccidiose	Anticoccidien (eau de boisson)
30, 31 et 32	Prévention des troubles de la croissance	Vitaminothérapie (eau de boisson)

Pendant cette phase, les sujets ont reçu eau et aliment « NMA Sanders» à volonté. La période ainsi couverte a été de 2 semaines.

1.6.1.3-Croissance et finition : Conduite de l'essai à proprement parlé

A l'issue de la phase de démarrage, les animaux ont été pesés individuellement (photo 2), bagués (photo 3) et répartis de manière aléatoire sur des parquets d'élevage en fonction du traitement subi (photo 4), la densité étant de 10 sujets/m² jusqu'à l'abattage. A partir de ce moment, chaque groupe de poulets a été nourri à volonté avec de l'aliment expérimental jusqu'en fin de bande.



Photo 2 : Pesée individuelle



Photo 3 : Bagueage d'un poussin



Photo 4 : Poussins mis en lots

Les quantités d'aliment servies et les refus ont été pesés (photo 5) pour en déduire la consommation. Les poids hebdomadaires ainsi que les températures matinales (entre 6 h et 11h), de l'après midi (entre 12 h et 16 h) et du soir (à partir de 18 h) ont été notés (tableau.XI).

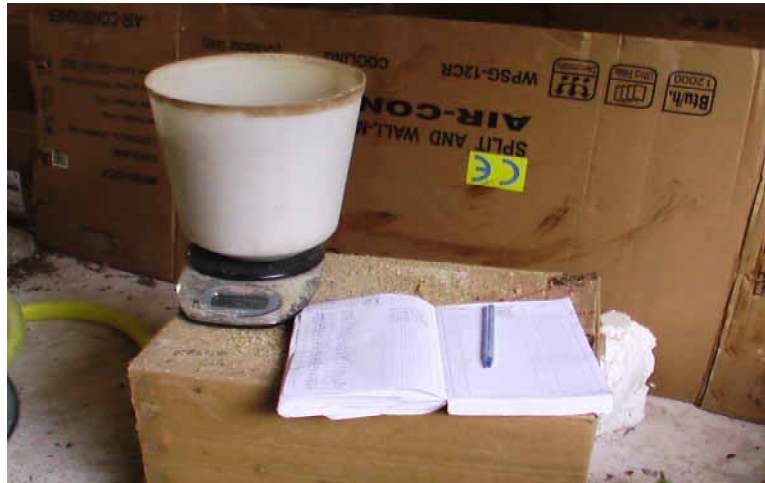


Photo 5 : Pesée de l'aliment

Tableau XI : Relevé de températures moyennes selon le moment de la journée

Période d'élevage	Températures matinales (° C)	Températures après-midi (° C)	Températures du soir (° C)
Croissance	24,5	34,6	26,4
Finition	21,7	35,1	25,1

Les cas de mortalités ont été enregistrés et les autopsies réalisées pour en déterminer les causes exactes.

4.6.2 - ABATTAGE DES ANIMAUX

A 6 semaines, les animaux ont été abattus par saignée et déplumés sans échaudage ni mouillage. Ils ont ensuite été éviscérés puis, tête et pattes ont été coupées. Les poids vifs avant l'abattage et les poids des carcasses ont été mesurés.

4.6.3 - CALCUL DES VARIABLES ZOOTECHNIQUES

Les données récoltées au cours de chaque essai ont permis de calculer les quantités d'aliment consommées (Ci), les gains moyens quotidiens (GMQ) et les indices de consommation (IC) à âge-type, les rendements de carcasse (RC) ainsi que les taux de mortalité (TM). De même, le coût de revient de chaque ration a été estimé.

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

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

➤ **Gain moyen quotidien (GMQ)**

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

➤ **Indice de consommation (IC)**

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

➤ **Rendement de carcasse (RC)**

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

➤ **Taux de mortalité (TM)**

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

4.6.4 - ANALYSE CHIMIQUE DES ALIMENTS

Les analyses bromatologiques au Laboratoire d'Analyse et de Nutrition Animales de l'EISMV ont permis de déterminer la composition de chaque ration à partir d'un échantillon (photo 6) prélevé et conservé au frais. Les caractéristiques chimiques mesurées ont été la matière sèche, la matière minérale, la matière organique, la matière grasse, la matière azotée totale, la cellulose brute et le calcium contenus dans l'aliment. Pour chacune des analyses, deux parallèles ont été réalisés.



Photo 6 : Echantillons d'aliments à analyser

- **La matière sèche (MS)** représente la partie de l'aliment ne contenant pas d'eau. Elle a été déterminée par la perte de poids subie à l'air, puis à l'étuve réglée à 105° C pendant au moins 4 heures, de la prise d'essai de l'aliment à analyser.
- **La matière minérale (MM) ou cendres brutes** est le résidu obtenu après incinération dans un four réglé à 550° C pendant près de 6 heures. A l'issue de cette carbonisation lente, les cendres ont été progressivement ramenées à 105° C dans l'étuve, puis refroidies dans un dessiccateur avant d'être pesées ; la teneur en cendres étant le rapport du poids de cendres et de la matière sèche.
- **Le calcium** qui est un constituant de la partie minérale de l'aliment a été dosé à partir des cendres obtenues suite à la minéralisation en phase sèche. Il s'en est suivi alors une attaque à l'acide acétique en présence d'oxalate d'ammonium qui a abouti à la formation d'oxalate de calcium. Ce précipité a réagi avec l'acide sulfurique pour donner l'acide oxalique qui a été titré par une solution de permanganate de potassium à 0,1N.
- **La matière azotée totale (MAT) ou protéines brutes (PB)** de l'aliment a été déterminée par la méthode de Kjeldahl. : une prise d'essai a été minéralisée par l'acide sulfurique concentré en présence de catalyseur (sélénium + sulfate de potassium). Le produit issu de cette digestion

chimique a été mis en présence d'une solution de soude. L'alcalinisation qui s'en est suivie a contribué à libérer de l'ammoniac qui a été entraîné par distillation et recueilli dans un excès d'acide borique, puis a été titré par l'acide sulfurique 0,1 N.

- **La matière grasse (MG)** représente les substances extraites sous reflux par de l'éther éthylique : une prise d'essai de l'échantillon à analyser a été pesée puis mise dans une cartouche d'extraction (cartouche de Kumagawa). L'extraction s'est faite en 2 phases. Dans la 1^{ère}, la cartouche a baigné dans le solvant ce qui a favorisé l'extraction de la matière grasse ; dans la 2^{nde}, la cartouche a été au-dessus du solvant, permettant ainsi de récupérer la totalité de la matière grasse dans un ballon préalablement pesé. L'ensemble a ensuite été mis à sécher dans l'étuve puis pesé. Le poids de la matière grasse a été obtenu en déduisant du poids obtenu celui du ballon.
- **La cellulose brute (CB) ou cellulose de Weende** est le résidu de l'aliment obtenu après deux hydrolyses successives l'une acide et l'autre alcaline, selon la méthode de **Weende**. Après pesée, la prise d'essai de l'aliment à doser a été soumise aux attaques de l'acide sulfurique à 1,25 % et de la soude à 1,25 %. Le résidu a été séché à l'étuve, puis calciné au four à 550° C. La perte de poids qui en a résulté correspond à la cellulose brute.

Les résultats de l'analyse chimique des rations expérimentales sont présentés dans le tableau XII.

Tableau XII : Caractéristiques chimiques des rations expérimentales

	Ration Maïs		Ration 2% MGCa		Ration 2% Huile		Ration 1% Huile	
	Crois.	Finit.	Crois.	Finit.	Crois.	Finit.	Crois.	Finit.
MS (%)	89,67	90,02	89,92	89,41	91,89	91,59	90,29	89,49
PB (%)	21,50	18,96	19,77	15,01	19,86	17,35	21,39	16,30
CB (%)	4,90	7,18	6,61	6,10	7,16	3,96	5,57	6,10
MG (%)	4,40	5,39	5,51	5,92	6,31	7,69	5,41	5,79
Ca (%)	1,32	0,98	1,59	0,73	1,47	0,69	1,27	0,62
MM (%)	11,07	10,60	10,00	10,24	12,19	6,84	8,40	10,08

Crois. : Croissance ; Finit. : Finition ; MS : Matière sèche ; PB : Protéines brutes ; CB : Cellulose brute ; MG : Matière grasse ; Ca : Calcium ; MM : Matière minérale.

4.7 - ANALYSE STATISTIQUE DES RESULTATS

La réponse zootechnique moyenne à la nature et au niveau de la matière grasse alimentaire a été analysée au cours de 3 phases : la croissance (3^e et 4^e semaine d'âge), la finition (la 5^e et la 6^e semaine) et pendant toute la durée de l'utilisation des rations expérimentales (de la 2^e à la 6^e semaine). L'effet de la nature et du niveau de la matière grasse alimentaire sur les performances de croissance, les quantités ingérées et l'indice de consommation a été calculé en tenant compte de la substitution partielle du maïs par le MGCa, d'une part, et par l'huile d'arachide à des teneurs de 2 % et de 1 %, d'autre part.

La comparaison entre les moyennes a été réalisée grâce au test de la différence significative minimale (z-test) dans le logiciel Excel, alors que les taux de mortalité ont été comparés à l'aide du test du chi deux.

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

CHAPITRE 5 : RESULTATS ET DISCUSSIONS

L'effet de la nature et du niveau de la matière grasse alimentaire sur le poids, le gain moyens quotidien (GMQ), la consommation alimentaire individuelle (Ci), l'indice de consommation (IC) à différentes périodes de l'expérimentation, ainsi que cet effet sur les performances en carcasse des différents lots d'animaux et aussi sur la mortalité seront présentés et discutés.

Les caractéristiques chimiques ainsi que le prix de revient de chaque ration expérimentale seront aussi abordés.

5.1 - RESULTATS

5.1.1 - EFFET DE LA NATURE ET DU NIVEAU DE LA MATIERE GRASSE SUR LA CROISSANCE ET LES CARACTERISTIQUES DE CARCASSE

5.1.1.1 - Effet de la nature et du niveau de la matière grasse alimentaire sur la Croissance (tableau XIII)

a) Poids

Au début de l'essai (2 semaines), les lots d'animaux sont équivalents, puisqu'il n'y a pas de différence significative entre les moyennes de poids des sujets au seuil $p < 0,05$.

Pendant la croissance et la finition, une forte croissance a été observée. Cependant, les poulets nourris avec la ration à base d'huile à 1 % (LH1) ont été les plus lourds. La supériorité de ce régime pour le poids pendant la phase de croissance est d'environ 6 % par rapport au témoin (LT) et de 4 % par rapport au lot LMGCa et au lot LH2. En finition, elle équivaut à 7 % par rapport au LT et au LH2, contre 5 % par rapport au LMGCa.

Aucune autre différence significative n'a été observée pour les autres poids même si les régimes à base de matière grasse donnent les meilleurs résultats. La figure 4 montre l'évolution du poids. Les oiseaux LH1 ont un poids plus élevé que les autres durant tout l'essai.

Tableau XIII : Effet de la nature et du niveau de la matière grasse sur la croissance

	Matières grasses				Effet
	Maïs	2% MGCa	2% Huile	1% Huile	
<u>Poids</u>					
Poids à 2 semaines	359,69	357,78	351,64	363,44	ns
Poids à 4 semaines	1127,37 a	1150,33 a	1149,41 a	1197,68 b	*
Poids à 6 semaines	2120,15 a	2168,54 a	2133,02 a	2280,42 b	*
<u>Vitesse de croissance</u>					
GMQ à 4 semaines	61,68 a	64,76 b	64,55 b	70,35 c	*
GMQ à 6 semaines	68,2 a	69,16 a	66,83 a	74,98 b	*
GMQ moyen	64,89 a	66,65 ab	65,25 a	68,45 b	*

a, b, c : Les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'une même ligne sont significativement différentes au seuil $p < 0,05$

* : Effet significatif à $p < 0,05$

ns : non significatif

b) Vitesse de croissance

Pendant la croissance, on remarque que le lot LH1 présente la vitesse de croissance la plus élevée, suivi des lots LMGCa et LH2. La supériorité des oiseaux LH1 est de 14 % par rapport au témoin, et d'environ 9 % et 8 % par rapport à LH2 et LMGCa, respectivement. Les oiseaux LH2 et LMGCa ne diffèrent pas significativement entre eux. Par contre, leur supériorité par rapport au témoin est d'environ 5 % ($p < 0,05$).

En finition, témoin, LMGCa et LH2 ne présentent pas de différence significative entre eux. Ils sont statistiquement inférieurs aux oiseaux nourris à base de la ration à 1 % d'huile, approximativement, de 9 % pour le témoin, 8 % pour LMGCa et 12 % pour LH2.

De manière générale, les GMQ enregistrés pendant la finition ont été plus élevés que ceux de la période croissance pour tous les lots.

Sur toute la durée de l'essai, les moyennes de gain de poids du témoin, de LH2 et de LMGCa ne présentent pas de différence significative. Cependant, le témoin et les oiseaux LH2 sont inférieurs à LH1 d'environ 5 %. Entre ces derniers et le lot LMGCa, la différence est non significative.

La figure 5 présente la variation du gain moyen quotidien en fonction de la nature et du niveau de la matière grasse. Elle montre la supériorité de LH1 sur les autres lots du début à la fin de l'essai.

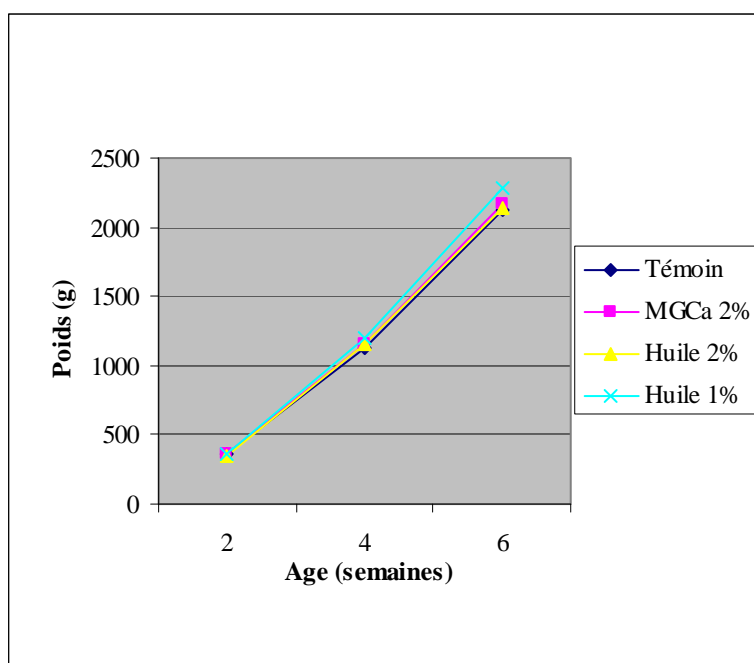


Figure 4 : Effet de la nature et du niveau de la matière grasse sur le poids

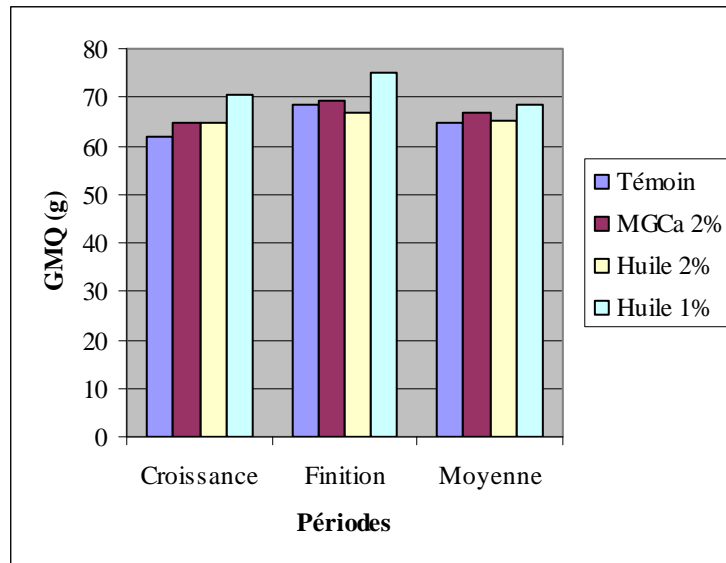


Figure 5 : Effet de la nature et du niveau de la matière grasse sur le gain moyen quotidien

5.1.1.2 - Effet de la nature et du niveau de la matière grasse sur la carcasse (tableau XIV)

Le tableau (XIV) présente les performances en carcasse des oiseaux. Le témoin et le LH2 sont équivalents pour le poids de la carcasse. Toutefois, ils sont inférieurs de 2 % et de 3,6 % respectivement, au LMGCa qui présente ainsi le poids de carcasse le plus élevé. Il n’y a pas de différence significative entre l’huile à 1 % et les trois autres lots (figure 6).

Le rendement de carcasse le plus faible s’observe avec l’huile à 1 % (figure 7). Cette infériorité est de 1,6 % et de 1,4 % par rapport au témoin et au LMGCa respectivement. La ration à base d’huile à 2 % est équivalente aux autres rations pour le rendement de carcasse.

Tableau XIV : Effet de la nature et du niveau de la matière grasse sur la carcasse

	Matières grasses				Effet
	Maïs	2% MGCa	2% Huile	1% Huile	
Poids carcasse	1965,14 a	2005,51 b	1936,74 a	2004,30 b	*
Rendement (%)	84,74 a	84,55 a	84,10 ab	83,40 b	*

a, b : Les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'une même ligne sont significativement différentes au seuil $p < 0,05$

* : Effet significatif à $p < 0,05$

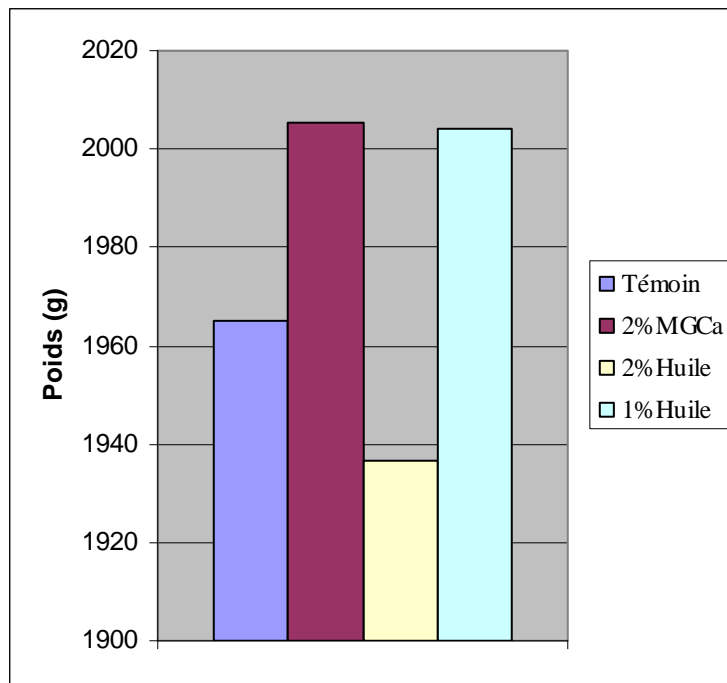


Figure 6 : Effet de la nature et du niveau de la matière grasse sur le poids de carcasse

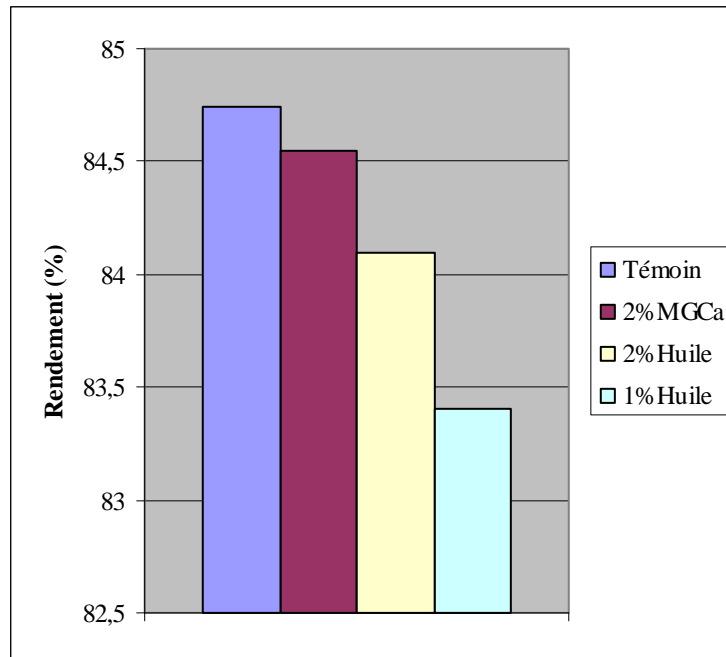


Figure 7 : Effet de la nature et du niveau de la matière grasse sur le rendement de carcasse

5.1.1.3 - Effet de la nature et du niveau de la matière grasse sur la consommation et l'efficacité alimentaires

La consommation alimentaire ne semble être influencée ni par la nature ni par le niveau de la matière grasse, puisqu'on ne note pas de différence significative entre les traitements.

Toutefois sur l'ensemble de l'essai, les consommations totale et individuelle sont légèrement plus élevées pour le LMGCa et les oiseaux LH1 que les autres (figures 8 et 9).

Pendant la croissance, les indices de consommation ne diffèrent pas ($p > 0,05$) entre les lots. En revanche au cours de la finition, on note une détérioration de l'IC chez les oiseaux LH1. Dans ce lot, il est de 13 % supérieur à celui de LH2 de LMGCa et de 11 % plus élevé que celui du témoin. Sur l'ensemble de l'essai, l'IC est légèrement élevé dans le lot nourri à base de ration à 1 % d'huile, mais la différence n'est pas significative ($p > 0,05$).

Tableau XV : Effet de la nature et du niveau de la matière grasse sur la consommation

	Matières grasses				Effet
	Maïs	2% MGCa	2% Huile	1% Huile	
<u>Consommation individuelle totale</u>					
Croissance	1290,00	1318,78	1286,06	1351,36	ns
Finition	2030,71	2024,86	1960,86	2471,00	ns
Tout l'essai	3526,62	3573,41	3437,73	3822,27	ns
<u>Consommation individuelle quotidienne</u>					
Croissance	92,14	94,20	91,86	96,53	ns
Finition	145,05	144,63	140,06	176,5	ns
Tout l'essai	125,95	127,62	122,78	136,51	ns
<u>Indice de consommation</u>					
Croissance	1,67	1,67	1,61	1,63	ns
Finition	2,05 ab	2,02 a	2,01 a	2,28 b	*
Tout l'essai	1,95	1,90	1,86	1,96	ns

a, b: Les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'une même ligne sont significativement différentes au seuil $p < 0,05$

* : Effet significatif à $p < 0,05$

ns : non significatif

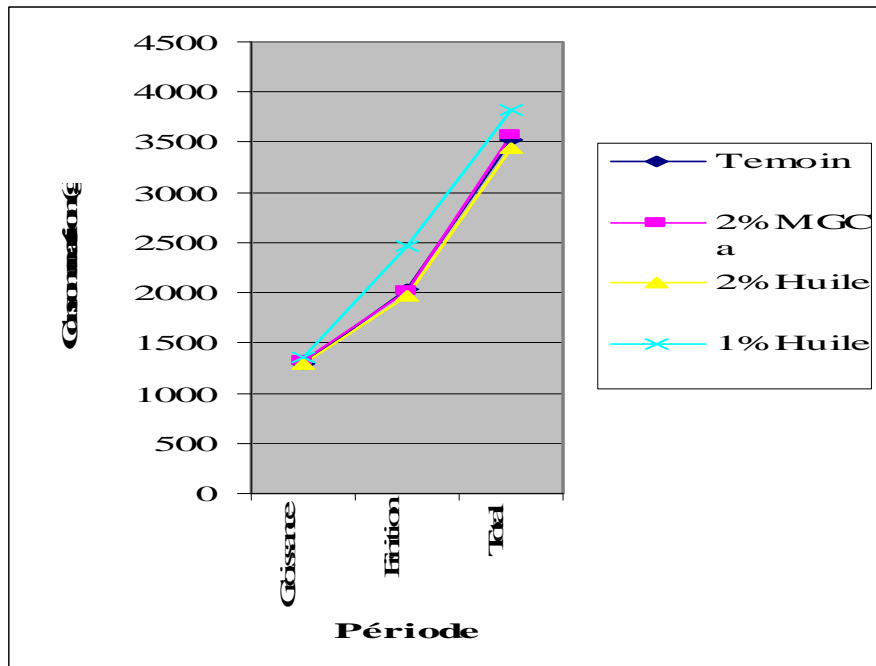


Figure 8 : Effet de la nature et du niveau de la matière grasse sur la consommation

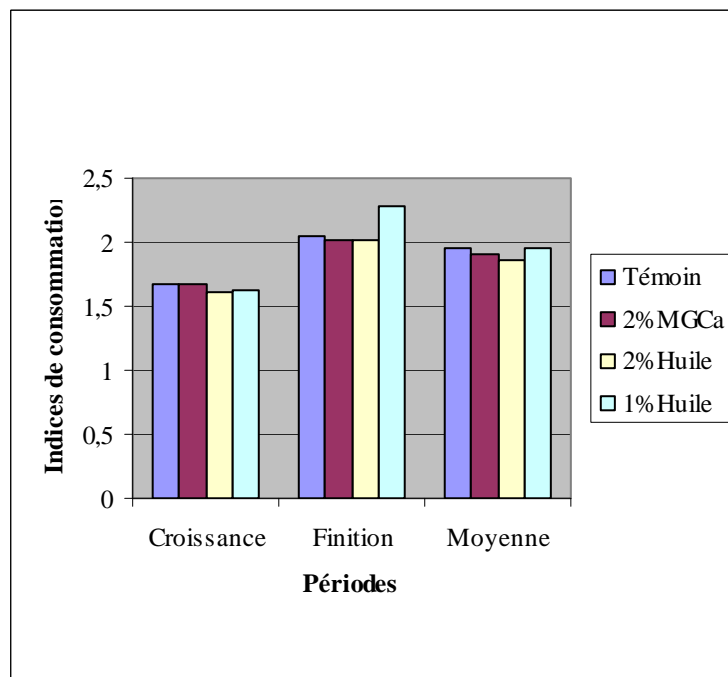


Figure 9 : Effet de la nature et du niveau de la matière grasse sur l'indice de consommation

2.1.1.4-Taux de mortalité

Dans la 1^{ère} phase de l'essai, la mortalité diffère significativement entre les lots d'oiseaux ($p < 0,05$). Ainsi, elle est très élevée avec l'huile à 1% (5,32 %), alors qu'elle est basse avec le MGCa à 2% (2,4 %) et avec le témoin (1,93 %). Elle est nulle avec l'huile à 2%.

En finition, ce taux est de 3,45 (LMGCa), 3,27 (LH2), 1,97 (LT) et de 0 (LH1).

Pendant toute la période de l'essai, la mortalité est de 5,77 %; 5,32 % ; 3,86 % et 3,27 % respectivement pour MGCa à 2%, huile à 1%, témoin et huile à 2%. La mortalité est donc identique pour tous les lots ($p > 0,05$).

Tableau XVI : Effet de la nature et du niveau de la matière grasse sur la mortalité

	Traitements				Effet
	Témoin	MGCa 2%	Huile 2%	Huile 1%	
<u>Mortalité</u>					
Croissance	1,93	2,4	0	5,32	*
Finition	1,97	3,45	3,27	0	ns
Tout l'essai	3,86	5,77	3,27	5,32	Ns

* *Effet significatif à $p < 0,05$, ns : Non significatif*

5.1.2 - RELATIONS PERFORMANCES EN VIF ET PERFORMANCES EN CARCASSE

5.1.2.1 - Coefficient de corrélation

Le lien qui existe entre les performances en vif et en carcasse de l'ensemble des poulets a été déterminé et consigné dans le tableau XVII.

Tableau XVII : Corrélation entre les performances en vif et en carcasse

	Poids vif à 2 semaines	Poids vif à 4 semaines	Poids vif à 6 semaines	Poids carcasse	Rendement carcasse
Poids vif à 2 semaines	1	0,64 *	0,40 *	0,39 *	0,06 ns
Poids vif à 4 semaines		1	0,743 *	0,645 *	0,068 ns
Poids vif à 6 semaines			1	0,784 *	0,0066 ns
Poids carcasse				1	0,382 *
Rendement carcasse					1

* Effet significatif à $p < 0,05$, ns : Non significatif

La corrélation la plus élevée a été trouvée entre le poids vif à 6 semaines et le poids de carcasse (0,784). Ce lien est aussi important entre le poids à 4 semaines et le poids à 6 semaines (0,743). Il est moyen entre les autres caractères, à l'exception du rendement de carcasse qui est faiblement corrélé aux autres.

5.1.2.2 - Droites de régression

Il est possible de prédire le poids de carcasse (Y) à partir du poids à 6 semaines (X), puisque le lien entre ces deux paramètres est important. Cependant, la précision de cette prédiction varie en fonction du traitement. Ainsi, le coefficient de détermination R^2 (proportion de la variable dépendante qui est prévisible à partir de la variable indépendante) est de 61,6 % sur l'ensemble des poulets, contre 59,82 %, 57,78 %, 60,73 % et 82,05 %, respectivement, pour le témoin, le LMGCa, le LH2 et le LH1. Donc, la prédiction du poids de carcasse est plus précise à partir du poids à la 6^{ème} semaine des sujets qui reçoivent l'huile à 1 % que chez les oiseaux.

Tableau XVIII : Droites de régression entre le poids à 6 semaines et le poids de carcasse

	Equations des droites de régression	R ² (%)
Pour l'effectif total	$Y = 0,73 X + 394,64$	61,6
Témoin	$Y = 0,77 X + 334,8$	59,82
MGCa 2%	$Y = 0,73 X + 433,24$	57,78
Huile 2%	$Y = 0,71 X + 432,13$	60,73
Huile 1%	$Y = 0,79 X + 199,20$	82,05

5.1.3 - DONNEES ECONOMIQUES

L'analyse économique concerne le coût de l'aliment ayant permis 1 kg de poids vif.

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

C_x : coût du kg de poids vif (Fcfa) ; IC_x : indice de consommation ; P_x : prix du kg de la ration (Fcfa) ; x : période considérée.

Tableau XIX : Coût de l'aliment consommé pour produire un kilogramme de poids vif

	Témoin	MGCa 2%	Huile 2%	Huile 1%
Croissance	290,74 Fcfa	314,63 Fcfa	301,23 Fcfa	296,50 Fcfa
Finition	328 Fcfa	340,37 Fcfa	335,75 Fcfa	368 Fcfa
Total essai	618,75 Fcfa	655 Fcfa	637 Fcfa	664,5 Fcfa

Il ressort du tableau ci-dessus que pendant toutes les phases de l'essai, la ration témoin est celle qui permet de produire le kg de poulet au moindre coût (figure 10).

Ainsi, pendant la croissance, ce coût est de 290,74 Fcfa pour le témoin, contre 296,5 Fcfa, 301,23 Fcfa et 314,63 Fcfa pour LH1, LH2 et LMGCa respectivement.

En finition, il est de 328 Fcfa (témoin), 335,75 Fcfa (Huile à 2 %), 340,37 Fcfa (MGCa à 2 %) et 368 Fcfa (Huile à 1 %).

Sur toute la période d'essai, le coût de l'aliment pour produire 1 kg de poulet est de 618,75 Fcfa (témoin), 637 Fcfa (LH2), 655 Fcfa (LMGCa) et 664,5 Fcfa (LH1).

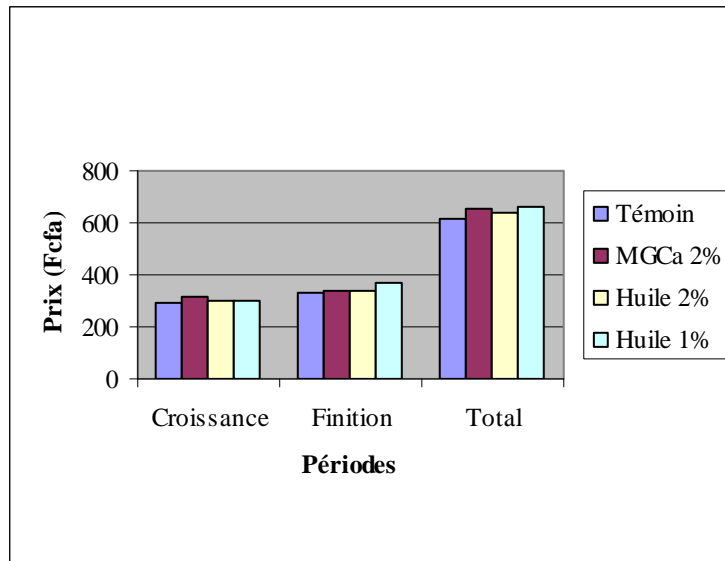


Figure 10 : Effet de la nature et du niveau de la matière grasse sur le coût du kilogramme de poulet

5.2 - DISCUSSION

5.2.1 - EFFET DE LA NATURE ET DU NIVEAU DE LA MATIÈRE GRASSE SUR LA CROISSANCE ET LES CARACTÉRISTIQUES DE CARCASSE

L'amélioration du poids vif de façon générale chez les oiseaux recevant une alimentation à laquelle une matière grasse a été ajoutée est en désaccord avec les résultats rapportés par **Leclercq (1991)** ; **Olumu et Offuong (1980)** selon lesquels les matières grasses alimentaires n'ont pas d'effet sur la croissance.

Cependant, nos résultats concordent avec ceux de **Ferrando (1969)** ; **Dale et Fuller (1978 ; 1979 ; 1982)** ; **Blum et Leclercq (1979)** ; **Fuller et Rendon (1979)** ; **Kenselt et al. (1980)** ; **Jensen et al. (1980)** citant **Yacouwitz** ; **Akiwandé (1981)** ; **Gab-wé (1992)** qui ont observé une amélioration de la croissance avec une augmentation du niveau de lipides alimentaires.

Ces bons résultats seraient dus à une présence marquée d'acides gras dans les lipides d'origine végétale.

Les meilleurs résultats obtenus avec le lot H1 semblent situer le niveau lipidique le plus approprié entre 5,4 % (croissance) et 5,79 % (finition). Ce niveau est plus faible que celui rapporté par **Ferrando (1969)** ; **Dale et Fuller (1978 ; 1979 ; 1982)** ;

Blum et Leclercq (1979) ; Fuller et Rendon (1979) ; Akiwandé (1981), mais est en accord avec les résultats des travaux de **Kenselt et al., 1980 ; Gab-wé, 1992**.

Dans l'ensemble, nos résultats sont supérieurs à ceux d'autres auteurs en Afrique (**Olumu et Offuong, 1980 ; Akiwandé, 1981 ; Gab-wé, 1992**) et témoignent de bonnes conduites d'élevage et d'alimentation des oiseaux.

Le poids de carcasse le plus élevé observé chez les oiseaux dont la ration contient de la matière grasse est cohérent avec la meilleure croissance observée dans ces lots et les corrélations élevées que nous avons démontrées entre poids vif et carcasse. Ils sont cependant en désaccord avec les mauvais rendements d'abattage liés à la consommation d'aliments riches en matières grasses.

Ces résultats sont contraires à ceux de **Fraps** cité par **Marbray et Waldroup (1981)**, mais sont en accord avec ceux de **Cherry, 1982 ; N'guessan et al., 1989 ; INRA, 1989 ; Lessire, 2001**. qui l'imputent à un engraissement excessif et à des pertes lors de la préparation (éviscération, découpe) et de la transformation.

5.2.2 - EFFET DE LA NATURE ET DU NIVEAU DE LA MATIERE GRASSE SUR LA CONSOMMATION SUR LA CONSOMMATION ALIMENTAIRE ET LES RESULTATS ECONOMIQUES

L'absence d'effet significatif de la nature et du niveau de la matière grasse sur la consommation voire sa légère augmentation dans le lot H1 est contraire aux résultats selon lesquels, ce paramètre baisse avec le niveau énergétique de la ration (**INRA, 1984**). Cela corrobore, cependant, les résultats de **Fuller (1981)** qui a montré une meilleure ingestibilité des aliments contenant de la matière grasse. Cette « surconsommation » alimentaire semble cependant s'accompagner d'une moindre efficacité alimentaire avec pour conséquence une détérioration de l'indice de consommation en particulier dans le lot H1.

La mauvaise efficacité alimentaire des rations à base de matière grasse associée à leur coût élevé justifie le coût élevé des aliments à base de ces matières premières pour la production d'un kg de poulet. Au plan financier, la ration plus intéressante est celle qui ne contient pas de matières grasses. Si toutefois, l'incorporation des matières grasses est une nécessité technologique, le meilleur compromis semble être la ration à

2 % de matière grasse. Le MGCa qui contient une teneur équilibrée en acides gras insaturés et saturés, n'a pas de ce point de vue fait ses preuves.

5.2.3 - EFFET DE LA NATURE ET DU NIVEAU DE LA MATIERE GRASSE SUR LA MORTALITE

Durant cette étude, le taux de mortalité a été de 0,55 % à la croissance et 3,89 % à la finition soit 4,43 % sur toute la durée de l'essai (croissance + finition)

En croissance, la mortalité est liée à la ration alimentaire. En effet, ce sont les sujets les plus gros (LH1) qui présentent le taux le plus élevé (5,32).

Durant la finition, il s'est produit des variations brutales de températures (tableau XI). Les pics thermiques des après midi associés à la poussière ont causé des troubles respiratoires avec des lésions de péricardite et de ballonnement thoraco-abdominal (photos 7 et 8).



Photo 7 : Lésions de péricardite



Photo 8 : Ballonnement thoraco-abdominal

La mortalité a surtout été marquée dans les lots supplémentés en lipides. Cette observation rejoint celle de **Ndoye (1996)** qui décrit un taux important de mortalité après un pic de température avec des rations contenant des lipides chez les sujets les plus gros. Il rejoint **Picard et al. (1993)** qui préconisent le système d'alimentation séparée consistant à supprimer l'accès à la mangeoire quelques heures avant et pendant le pic thermique.

Le taux de mortalité obtenu pendant cet essai est supérieur à celui recommandé par **Parent et al. (1989)**. En effet, ces auteurs recommandent des taux de 2 – 3 % au démarrage, et un maximum de 5 % pour tout le cycle.

Toutefois, nos résultats se rapprochent de ceux de **Ndiaye (1995); Habyarimana (1994) ; Bannor et Oguson (1987) ; Musharaf (1992)** qui ont travaillé en milieu chaud.

CONCLUSION

La contribution de la filière avicole est essentielle à la fourniture des produits carnés puisqu'elle représente 27 % de la consommation humaine et 28 % de l'apport en protéines de la ration journalière en 1998.

La viande de volailles présente de nombreux atouts qui sont son bas prix par rapport à d'autres produits carnés, l'absence d'interdit religieux à son encontre, ses qualités nutritionnelles et la facilité de production (cycle d'élevage court).

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 prévenue par une conduite adéquate de l'élevage, le confort des animaux reste quant à lui tributaire des conditions climatiques. Ainsi, le climat chaud réduit de manière importante les performances du poulet.

Toutefois, c'est le prix qui demeure la donnée décisive pour l'obtention des parts de marché. L'accès aux matières premières entrant dans la fabrication de l'aliment est tout aussi déterminant en ce qui concerne les céréales, les matières protéiques et les matières grasses.

L'importance de l'alimentation, en général, et des lipides en particulier sur la productivité du poulet de chair a suscité plusieurs études.

De nombreux auteurs ont obtenu de bonnes performances en ajoutant à la ration des poulets de la matière grasse.

Dans le même ordre d'idée, nous nous sommes proposé d'entreprendre une étude dont l'objectif est d'évaluer l'effet de la nature et du niveau de la matière grasse alimentaire sur la productivité du poulet de chair.

Pour ce faire, l'essai a été réalisé à partir de 800 poulets de chair de souche Cobb 500. Les animaux ont été élevés ensemble jusqu'à 2 semaines puis, ont été mis en lots et nourris avec des rations supplémentées en matières grasses (huile d'arachide

à 1 % et à 2 % et MGCa à 2%), à coté d'un lot témoin qui reçoit une alimentation non supplémentée à base de maïs.

L'effet de la nature et du niveau de la matière grasse est le suivant :

La croissance et le gain de poids sont améliorés de manière significative ($p < 0,05$) par la matière grasse ajoutée. Lorsqu'on incorpore 1 % d'huile d'arachide, on obtient à 6 semaines un poids de 2280,42 g, contre 2168,54 g pour la ration avec du MGCa à 2 %, 2133,02 g par la ration à huile d'arachide à 2 % et seulement 2120,15 g pour la ration à base de maïs.

Le gain de poids moyen de 68,45 g (huile à 1 %), 66,65 g (MGCa à 2 %), 65,25 g (huile à 2 %) et 64,89 g avec la ration témoin.

Par ailleurs, le poids de carcasse est meilleur avec le MGCa à 2 % (2005,51 g), contre 2004,30 g avec l'huile à 1 %, 1965 g pour le lot témoin et 1936,74 g pour l'huile à 2 %. Ainsi, l'amélioration est significative ($p < 0,05$) avec la matière grasse sauf si la ration contient de l'huile à 2 %.

La ration témoin a donné le meilleur rendement de carcasse c'est-à-dire 84,74 %, contre 84,55 % (MGCa à 2 %), 84,10 % (huile à 2 %) et 83,40 % (huile à 1 %).

La consommation alimentaire n'est pas améliorée par la matière grasse.

L'indice de consommation est détérioré en finition avec la ration supplémentée avec de l'huile à 1%, il est de 2,28, 2,05 (témoin), 2,02 (MGCa à 2 %) et 2,01 pour l'huile à 2 %.

En période de croissance, la ration à l'huile à 1% présente une mortalité importante (5,32 %), contre 2,4 % (MGCa à 2 %), 1,93 % (témoin). Ce taux est nul avec la ration à 2 % d'huile.

La mortalité est identique pour tous les lots dans les autres phases de l'essai au seuil $p < 0,05$.

Le prix de revient du poulet lié à l'alimentation est augmenté par la matière grasse. Sur la période de l'essai (croissance et finition), il est de 664,5 Fcfa

(huile à 1 %), 655 Fcfa (MGCa à 2 %), 637 Fcfa (huile à 2 %) contre seulement 618,75 Fcfa pour la ration non supplémentée en matière grasse.

En définitive, nous pouvons dire que la matière grasse incorporée à un taux inférieur ou égal à 2 %, qu'il s'agisse du MGCa ou de l'huile d'arachide, améliore les performances de croissance et le poids de la carcasse.

Cependant, le meilleur coût de production est obtenu avec la ration à base de maïs.

Ainsi, malgré de meilleurs gains de poids, les lipides alimentaires ont un coût dont on doit tenir compte pour la formulation des rations alimentaires des volailles afin d'améliorer la productivité du poulet de chair.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] **ABDELSAMIE R.E. ; RANAWEERA K.N.P. et NANO W.E., 1983.**
The influence of fibre content and physical texture of the diet on the performances of broilers in the tropics. *Br. Poult. Sci.*, 24: 383 – 390.
- [2] **AIN BAZIZ H. ; GERAERT P.A. et GUILLAUMIN S., 1990.**
Effect of high temperature and dietary composition on growth, body composition and energy retention in broilers. In: Proc. 8th Europ. Poult. Conf., 25 – 28/06/1990, Barcelona (SP), vol.1, 626 – 629.
- [3] **AKIWANDE A.I., 1981.**
Influence of dietary fat in growth and liver lipid content, glucose – 6 – phosphate and 6 - phosphogluconate deshydrogenase and aldolase activities in the chicks. *Poultry science* 60: 1259 – 1263.
- [4] **ANGULO-CHACON I., 1986.**
Ressources nutritionnelles locales dans un pays tropical. *Revue de l'alimentation animale* 395 : 41-48.
- [5] **ANSELME B., 1987.**
L'aliment composé pour la volaille au Sénégal : situation actuelle, contribution à son amélioration par une meilleure valorisation des ressources nutritionnelles locales. Thèse. Méd. Vét.: Toulouse: 87
- [6] **ANTONIOV I. ; MARQUARDT R.R. ; MISIN R., 1980.**
The utilisation of Rye by growing chicks as influenced by calcium, vitamin D3 and fat type and level. *Poultry science* 59 : 758 – 769.
- [7] **BANNOR, T. T.; OGUNSAN, E. A. 1987.**
The effects of environmental temperature on intensive production in Sokoto State of Nigeria. *Bull. Anim. Hlth. Prod. Afr.*, 35 (1): 39 – 45.
- [8] **BARTOV I., 1987.**
Combined effect of age and ambient temperature on the comparative growth of broilers chicks fed Tallow and Soybean oil. *Poultry science* 66 : 273 – 279.
- [9] **BERRI C. et JEHL N., 2001.**
Facteurs de variation de la qualité technologique et organoleptique des viandes de poulets (245-252). In : 4èmes Journées de la Recherche Avicole.- Nantes (FRA).-ITAVI 485p
- [10] **BLANCH A.; BARROETA A.C. et PUCHAL F., 1993.**
Effects of dietary linseed oil and palm oil of fatty acid profile of carcass fat depots in broiler chickens (86-92) In: Quality of poultry meat, Congrès WPSA.-Tours (France).
- [11] **BLUM J.C. et LECLERCQ B., 1979.**
Influence du niveau énergétique et de la granulation du régime sur les performances de croissance et l'engraissement du pintadeau. Comparaison avec le poulet. *Ann. Zootech.*, 28 (3) : 261 – 269.

- [12] **BOUGON M.; JACQUET J.P.; L'HOSPITALIER R. et LE CUYER T., 1976.**
Influence de la teneur énergétique de l'aliment sur les performances des poulets et leur composition corporelle. *Bull. inf. Stat. Exp. Ploufragan* 16 : 99 – 106.
- [13] **BRES P. ; LECLERCQ P. et PAGOT J., 1973.**
Précis du petit élevage.- Paris : I.E.M.V.T. .-215p.
- [14] **BROWN H. B. et Mac CARTNEY J.G., 1982.**
Effects of dietary energy and protein and feeding on broiler's performances. *Poultry sciences* 61: 360 – 370.
- [15] **BUCKLEY D.J.; SHEEHY P. J. A. et MORISSEY P.A., 1995.**
Proceedings of the 10th European Symposium on Poultry Nutrition.- Antalya, Turkey, 86-93 p.
- [16] **CHARLES D.R.; GROOM C.M. et BRAY T.S., 1981.**
The effects of temperature on broilers: interactions between temperature and feeding regimen. *Br. Poult. Sci.*, 22: 475 – 481
- [17] **CHERRY J. A., 1982.**
No caloric effect of dietary fat and cellulose on the voluntary feed consumption of white Leghorn chickens. *Poultry science* 61: 345 – 350.
- [18] **DALE N.M. et FULLER H.L., 1978.**
Effect of ambient temperature and dietary fat on feed preference of broilers. *Poult. Sci.*, 57: 1635-1640.
- [19] **DALE N. M. et FULLER H. L., 1979.**
Effects of low temperature, diet density, and pelleting on the preference of broilers for high fat rations. *Poultry Science* 58: 1564 – 1575.
- [20] **DALE N. M. et FULLER H. L., 1982.**
The True Metabolizable Energy of fats at low level dietary inclusion. *Poultry Science* 61: 2415 – 2420.
- [21] **DANFORTH E.J. et BURGER A.G., 1989.**
The impact of nutrition on thyroid hormone physiology and action. *Ann. Rev.Nutr.*, 9: 201-227.
- [22] **DAVISON T.F.; MISSON B.H. et FREEMAN B.M., 1980.**
Some effects of thyroidectomy on growth, heat production and the thermoregulatory ability of the immature fowl. *J. therm. Biol.*, 5 : 197-202
- [23] **DAWSON W.R., 1982.**
Evaporative losses of water by birds. *Comp. Biochem. Physiol.*, 71: 495-509.
- [24] **DIENG A., 2006.**
Cours magistral d'alimentation, E.I.S.M.V, Dakar 2006.
- [25] **DNOPR Y. et BARTOV I., 1982.**
Dietary factors effecting experimental models of Nutritional Encephalomacia. *Poultry science*. 61 : 84 – 93.
- [26] **EDENS F.W. et SIEGEL H.S., 1976.**
Modification of corticosterone and glucose responses by sympatholytic agents in young chickens during acute heat exposure. *Poult. Sci.*, 55: 1704 -1712.

- [27] **EL BOUSHY A.R. et VAN MARLE A.L., 1978.**
The effect of climate on poultry physiology in tropics and their improvement. *World's poult. Sci. J*, 34 : 155-171.
- [28] **EL HALAWANI M.E.; WAIBEL P.E.; APPEL J.R. et GOOD A.L., 1973.**
Effects of temperature stress on catecholamines and corticosterone of male turkeys. *Am. J. Physiol.*, 224: 384.
- [29] **EL HUSSEINY O.; CREGER C.R., 1980.**
The effect of ambient temperature on carcass energy gain in chickens. *Poult. Sci.*, 59: 2307-2311.
- [30] **FAO.; FAOSTAT., 2000.** <http://apps.fao.org/debut.htm>
- [31] **FARELL D.J., 1988.**
The energy metabolism of poultry present and future perspectives. 18th world's Poult. Cong., 04-09/9/1988, Nagoya, Japan, *Jap. Poult. Sci. Ass.*, 85-91.
- [32] **FERRANDO R., 1969.**
Alimentation du poulet de chair et de la poule pondeuse. - Paris VI.- 197p.
- [33] **FRAGA L. M.; LON WO E. et PALMA A., 1989.**
Utilisation of fat for broiler feeding. *Revista Cuban de ciencia avicole* 16 (2) :111 – 116.
- [34] **FRANCIS C. A.; MAC LEOD M.G. et ANDERSON J.E., 1991.**
Alleviation of acute heat stress by food withdrawal or darkness. *Br. Poult. Sci.*, 32: 219-225.
- [35] **FREEMAN B.M., 1983.**
Body temperature and thermoregulation. In: FREEMAN B.M., Ed., *Physiology and biochemistry of Domestic fowl.*, vol 4 : 365-377
- [36] **FULLER H.L., 1981.**
Formulating broiler feeds for hot weather use. *Poult. Digest*, 40 : 321-323.
- [37] **FULLER H. L. et RENDON M., 1979.**
Energy efficiency of corn oil and poultry fat at different levels in broilers diets. *Poultry science* 58: 1235 – 1238.
- [38] **FULLER H.L. et DALE N.M., 1979.**
Effect of diet on heat stress in broilers. Proc. Ga. Nutr. Conf. Univ of Georgia, Athens (USA), 56p.
- [39] **GAB-WE B., 1992.**
Contribution à l'étude de l'influence de la qualité des lipides alimentaires sur les performances de croissance et l'état d'engraissement du poulet de chair. Thèse : Méd. Vét. : Dakar n°11.
- [40] **GERAERT P.A., 1991.**
Métabolisme énergétique du poulet de chair en climat chaud. *INRA Prod. Anim.*, 1991, 4 (3): 257-267.
- [41] **HABYARIMANA, F. 1994** Elevage du poulet de chair dans la region de Dakar: structure et productivité. Thèse. Méd. Vét.: Dakr; 28.
- [42] **HILLMAN P.E.; SCOTT N.R. et VAN TIENHOVEN A., 1985.**
Physiological responses and adaptations to hot and cold environments (124-136). In: yourself M.K., Ed. *Stress physiology in livestock*, vol III Poultry, CRC press, Boca Raton (USA). 2-71.

- [43] **HISSA R.; GEORGE J.C. et SAARELA S., 1980.**
Dose-related effects of noradrenaline and corticosterone on temperature regulation in the pigeon. *Comp. Biochem. Physiol.*, 65B : 25.
- [44] **HUSSEINI M.D.; DIAB M.F.; SALMAN A.J. et DANDAN A.M., 1987.**
Effect of dietary protein, energy levels and bird stocking density on the performance of broilers under elevated temperatures. *Nutr. Rep. Int.*, 36 : 261-272.
- [45] **I.E.M.V.T., 1991.**
Aviculture en zone tropicale. Collections Manuels et précis d'élevage. Imprimé en France, Jouve 16 Rue Saint Denis 75001 Paris, 186p.
- [46] **Institut National de la Recherche Agronomique., 1984.**
Alimentation des animaux monogastriques : Porc, lapin, volailles. Paris : INRA 289 p.
- [47] **INRA., 1989.**
L'alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volailles. 2^{ème} éd.- INRA, PARIS, 1989.282p
- [48] **Institut de Sélection Animale., 1985.**
Guide d'élevage du poulet de chair.-Lyon : ISA.-20 p.
- [49] **JENSEN L. S.; BARTOV I.; BEIRNE H. J.; VELTMANN J.R. et FLETCHER., 1980.**
Reproduction of the oily bird syndrom in broilers. *Poultry science* 59 : 2256 – 2266.
- [50] **KAMAR G. A. R.; KICKA M. A. M.; RIAD S. A.; ELTAN LAWRY S. M. T. et DESAKY A. A., 1986.**
Different dietary fat types affecting carcass characteristics and composition of Hubbard Broilers at right week age. *Egyptian journal of animal production* 26 (2): 149 – 159.
- [51] **KEBE C., 1989.**
Etude des protéines conventionnelles et non conventionnelles au Sénégal. Thèse: Méd. Vét : Dakar:13.
- [52] **LARBIER M. et LECLERCQ B., 1991.**
Nutrition et alimentation des volailles, INRA Ed., 355p.
- [53] **LARBIER M. et LECLERQ B., 1992.**
Nutrition et alimentation des volailles. INRA Editions, Paris, 352p.
- [54] **LESKANICH C. O. et NOBLE R. C., 1997.**
Manipulation of the n-3 polyunsaturated fatty acid composition of avian egg and meat. *World's Poultry Sci.*, 53:155 – 184.
- [55] **LESSIRE M., 2001.**
Matières grasses alimentaires et composition lipidique des volailles. *INRA Prod. Anim.*, 14: 365-370.
- [56] **LOOI S. H. et RENNER R., 1974.**
Effect of feeding carbohydrate free diets on the chick's requirement for vitamin. *Jour. nutrit.* 104: 394 – 399.
- [57] **MAC LEOD M.G., 1984.**
Factors influencing the agreement between thermal physiology measurements and field performance in poultry. *Arch. Exp. Vet. Med., Leipzig*, 38: 399-410.
- [58] **MAC LEOD M.G., 1985.**
Environment-nutrient interactions in turkeys. *Turkeys*, 33(4): 24-29.

- [59] **MAC LEOD M. G.; JEWITT T. R.; WHITE J.; VERBRUGE M. et MITCHELL M.A., 1982.**
The contribution of locomotor activity to energy expenditure in the domestic fowl. Proc. 9th Energy Metabolism Symp., sept 1982, Lillehammer (Norway) Ekerb A., Sundstol F. Eds. *EAAP Publ.* 29: 72-75.
- [60] **MAC LEOD M. G. et GERAERT P. A., 1988.**
Energy metabolism in genetically fat and lean birds and mammals. *in*: Leanness in domestic birds. Leclercq B. & Whitehead. C.C Eds Butterworths, Sevenoaks (GB). 109-120.
- [61] **MARBRAY C. J. et WALDROUP W., 1981.**
The influence of dietary energy and amino acid levels on abdominal fat pad development of the broiler chicken. *Poultry science*, 60: 151 – 159.
- [62] **MARION J. E et WOODROOF J. G., 1963.**
The fatty acid composition of breast, thigh and skin tissues of chicken broilers as influenced by dietary fats. *Poultry Sci.*, 42: 1202 – 1207.
- [63] **MATEOS G. C. et SELL J. L., 1980.**
True and apparent metabolisable energy value of fat for laying hens : influence of level of use. *Poult. Sci.*, 59: 369-373.
- [64] **MC NAUGHTON J. L.; REECE F. N. et DEATON J. W., 1983.**
Broiler lysine and energy requirements during heat stress. *Poult. Sci.*, 62 : 1358.
- [65] **MELTZER A., 1983.**
Thermoneutral zone and resting metabolic rate of broilers. *Br. Poult. Sci.*, 24 : 471- 476.
- [66] **METAYER J. P.; GROSJEAN F. et CASTAING J., 1993.**
Anim. Feed Sci. Technol., 43: 87 – 108.
- [67] **MISSOHOU A., 2002.**
Cours magistral de génétique, E.I.S.M.V, Dakar 2002.
- [68] **MITCHELL M. A., 1982.**
The contribution of locomotor activity to energy expenditure in the domestic fowl. Proc. 9th Energy metabolism Symp., sept 1982, Lillehammer (Norway) Ekern A., Sundstol F. Eds. *EAAP Publ.* . 29: 72-75.
- [69] **MITCHELL M. A., 1985.**
Effects of air velocity on convective and radiant heat transfert from domestic fowls at environmental temperatures of 20° and 30° C. *Br. Poult. Sci.*, 26: 413-423.
- [70] **MITCHELL M. A. et GODDARD C., 1990.**
Some endocrine responses during heat stress induced depression of growth in young domestic fowls. *Proc. Nutr. Soc.* 49: 129A.
- [71] **MITCHELS H.; HERREMANS M. et DECUYPERE E., 1985.**
Light- dark variations of oxygen consumption and subcutaneous temperature in young *Gallus domesticus*: influence of ambient temperature and depilation. *J. therm. Biol.*, 10: 13 -20.
- [72] **MORISSEY P.A.; SHEEHY P. J. A.; GALVIN K.; KERRY J. et BUKLEY D. J., 1998.**
Proc 44ème ICOMST, Barcelone, Espagne, L 11, 120.

- [73] **MOSSAB A.; LESSIRE M.; HALLOUIS J. M. et HERMEIR D., 1999.**
Using dietary fats to improve polyunsaturated fatty acid content of poultry meat. In: L.G. Cavalchini and D. Baroli (eds), 14th European Symposium on the Quality of Poultry Meat, Bologna (ITA), 1999/09/19-23, 159-166. WPSA, Italian Branch, Bologna (ITA).
- [74] **MURPHY L. B. et PRESTON A. P., 1988.**
Time-budgeting in meat chickens growth commercially. *Br. Poult. Sci.*, 29: 571-580.
- [75] **MUSHARAF N. A., 1992.**
Broiler chicken production in the hot season in sudan. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 24 : 14.
- [76] **N'GUESSAN N. Z.; DIAMBRA D. H.; ZONGO D. et COULIBALY M., 1989.**
Influence des taux énergétiques et protéiques à rapport c/p. Constant sur la croissance, l'engraissement et les rendements carcasses des Poulets élevés en climat chaud et humide. *Annales zootechnie* 38: 219 – 228.
- [77] **NDIAYE S., 1995.**
Performances de croissance et de caractéristiques de carcasse du poulet de chair : comparaison ente souches. Thèse. Méd. Vêt : Dakar : 1
- [78] **NDOYE N., 1996.**
Etude de la qualité nutritionnelle des aliments de volailles vendus au Sénégal et de l'effet de leur supplémentation en lysine, méthionine et en lipides sur les performances zootechniques du poulet de chair. Thèse. Méd. Vét. : Dakar: 6.
- [79] **OLUMU J. M. et OFFIUNG S. A., 1980.**
The effects of different protein and energy levels and time of change from starter to finisher ration on the performance of broiler chickens in the Tropics. *Poultry science* 59: 828 – 835.
- [80] **ONIC-AGPM., 1999.**
Qualité du maïs français pour l'alimentation animale.
- [81] **PAN P. R.; DILWORTH B. C; DAY E. J. et CHER T. C., 1979.**
Effect of season of the year, sex and dietary fats on broiler performance, abdominal fat, and Preen gland Secretion. *Poultry science* 58 : 1564 – 1574.
- [82] **PARENT R.; BULGEN A.; STEYAERT P. et LEGRANG D., 1989.**
Ajustement technico – économique possible de l'alimentation des volailles dans les pays chauds. *I.N.R.A, Prod. Anim.* 6 (2) : 87 – 103.
- [83] **PARIGI - BINI R., 1986.**
Bases de l'alimentation du bétail. Padoue Nella litographia felici spartaco .292p.
- [84] **PATEL M. B. et GIMIS J. M. C., 1980.**
The effect of vitamin B12 on the tolerance of chick for high levels of dietary fat and carbohydrate. *Poultry science* 59: 2279 – 2286.
- [85] **PICARD M.; SAUVEUR B.; FERRANDJI F.; ANGULO I. et MONGIN P., 1993.**
Ajustement technico – économique possible de l'alimentation des volailles dans les pays chauds. *I.N.R.A, Prod. Anim.* 6 (2) 87 – 103.
- [86] **PICARD M. ; PLOUZEAU M. et FAURE J. M., 1999.**
Ann. Zootech. 48:233-245.
- [87] **POLIN D. et HUSSEIN T.H., 1982.**
The effect of Bile acid on lipid and nitrogen retention carcass composition, and dietary energy metabolizable in very young chicks. *Poultry science* 61: 1697 – 1707.

- [88] **QUEMENEUR P., 1988.**
La production du poulet de chair. Revue du Syndicat National des Vétérinaires Inspecteurs du Ministère de l'Agriculture Français, 1988, (100 à 103) : 241-253.
- [89] **R.E.S.E.S.A.V., 2000.**
Le Réseau Sénégalais d'Epidémiologie aviaire : Présentations des premiers résultats. Epidémiologie. Et santé anim, 2000, 105-116.
- [90] **RICARD F. H.; TOURAILLE C. et MARCHE, G., 1986.**
Proceedings of the 7th European Poultry Conference, Paris, France, pp.870 – 873.
- [91] **RISTIC M.; MAURUS-KUKRAL E. M.; ROTH F. X. et KIRCHGESSNER M., 1990.**
Archiv für Geflügelkunde 54:133 – 142.
- [92] **ROBBINS H.A., 1981.**
Effect of sex, breed, dietary energy level, energy source on c/p ratio Performances and energy utilisation by broiler chicks. *Poultry science* 60: 2306 – 2315.
- [93] **ROSEBROUGH R.; Mc MUTRY J.; PROUDMAN J. et STEELE N., 1989.**
Comparison between constant-protein, calorie-restricted and protein-restricted, calorie-restricted diets on growth of young chickens and on plasma growth hormone, thyroxine, triiodothyronine and somatomedin. 11th Energy metabolism Symp. 18-24th sept 1988, Lunteren (NL) *EAAP Publ.* n043, 139-142.
- [94] **RUDAS P. et PETHES G., 1982.**
Autoregulative change in the thyroid hormone metabolism response to temperature in *gallus domesticus*. *Poult. Sci.*, 61: 1533.
- [95] **SAKANDE S., 1993.**
Contribution à l'étude de l'influence des apports en protéines alimentaires sur les performances de croissance et le rendement carcasse de la pintade commune (*Numida meleagris*) et du poulet de chair (*Gallus domesticus*). Thèse. Méd. Vét. Dakar : 23.
- [96] **SANOFL., 1996.**
Guide de l'Aviculture Tropicale. Libourne-France.117 p.
- [97] **SAUVEUR B., 1988.**
Reproduction des volailles et production d'œufs.- PARIS : I.N.R.A.-449 p.
- [98] **SCAIFFE J.R.; MOYO J.; GALBRAITH H.; MICHIE W. et CAMBELL V., 1994.**
Effect of different dietary supplemental fats and oil on the tissue fatty acid composition and growth of female broilers. *Br. Poultry Sci.*, 35 :107 – 118.
- [99] **SCOTT M. L.; NESHEIM M. C. et YOUNG R. J., 1976.**
Nutrition of chicken. Ed. By M.L. Scott and associates Publishers. Ithaca, NewYork 14850 : 555p.
- [100] **SMITH A., 1990.**
The poultry tropical agriculturalist.-Wageningen: CTA.-218 p.
- [101] **SMITH A., 1992.**
L'élevage de la volaille, Paris A.C.C.T. Ed Maisonneuve et Larose ; Wageningen : C.I.A. Vol 1 3p. (Technicien d'agriculture tropicale).

[102] SMITH A.J. et OLIVER J., 1971.

Ome physiological effects of high environmental temperatures on the laying hen. *Poult. Sci.*, 50: 912-925.

[103] TACHER, G., RIVIERE, R. et LANDRY, C., 1971.

Valeur alimentaire pour les poussins et les poulets de chair du tourteau de coron sans gossypol. Rapport IEMVT/Laboratoire de Farcha, 85 p.

[104] SYKES A. H., 1977.

Nutrition- environment interactions in poultry. In Nutrition and the climatic environment, Hare-sign w., Swan H. and Lewis D.Eds, Butterworths, Sevenoaks (GB) 17-30.

[105] TASAKI I. et KUSHIMA M., 1979.

Heat production when single nutrients are given to fasted cockerels. Proc. 8th Energy metabolism Symp., sept 1979, Cambridge (GB) Mount L.E. Ed. *EAAP Publ.* n. 26 : 253-256.

[106] VAN KAMPEN M., 1976.

Activity and energy expenditure in laying hens. *J. Agric. Sci.*, 87 : 81-88.

[107] VIAS F. S. G., 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. Méd. Vét.: Dakar :7.

[108] WALDROUP P. W., 1982.

Influence of environmental temperature on protein and amino acid needs of poultry. *Fed. Proc.*, 41: 2821-2823.

[109] WALSBERG G. E., 1988.

Heat flow through avian plumages : the relative importance of conduction, convection and radiation. *J. therm.Biol.*, 13 : 89-92.

[110] WASHBURN K. W. et EBERHART D., 1988.

The effect of environmental temperature on fatness and efficiency of feed utilization. 18th World's Poult. Cong., 04-09/9/1988, Nagoya, Japan, Jap. *Poult. Sci. Ass.*, 1166-1167.

[111] WENK C. et VAN ES A. J. H., 1976.

Energy metabolism of growingchickens as related to their physical activity. Proc. 7th Energy Metabolism Symp., sept 1976. Vichy (France) Vermorel M. Ed. *EAAP Publ.*n^o19: 189-192.

[112] WOODS S. J. et WHITTOW G. C., 1974.

The role of central and peripheral temperatures changes in the regulation of thermal polypnea in the chicken. *Life Sci.* 14 : 199-205.

[113] WRIGHT S.; KELLE C. A. et NEIL E., 1972.

Physiologie appliquée à la médecine. Edition Flamarion – Médecine – Sciences – 606 p.

Résumé

Pour satisfaire la demande croissante en viande de volaille, le producteur doit concilier la qualité et le prix. De ce fait, la productivité maximale n'est atteinte que si l'aviculteur minimise le coût lié à l'aliment qui représente environ les 2/3 des dépenses de l'exploitation.

Une alternative à ce problème serait d'incorporer de la matière grasse dans les aliments pour volailles.

Deux essais ont été réalisés à cet effet sur 800 poulets de souche Cobb 500 non sexés à partir de 14 jours d'âge à l'EISMV de Dakar, de novembre à décembre 2005 puis, de février à avril 2006. Dans le 1^{er} essai, un lot d'oiseaux nourri avec une ration à base de maïs (LT) a été comparé à deux autres lots, recevant respectivement une ration supplémentée en MGCa à 2 % (LMGCa) et une ration contenant de l'huile d'arachide à 2 % (LH2). Dans le 2nd essai, une 4^e ration, à base d'huile à 1 % (LH1) est comparée aux 3 autres.

Les résultats ont montré conformément à des travaux antérieurs que la matière grasse favorise la croissance des oiseaux. Ainsi, les poids vifs à 6 semaines sont de 2280,42 g (LH1), 2168,54 g (LMGCa), 2133,02 g (LH2) contre 2120,15 g (LT), avec des GMQ moyens respectifs de 68,45 g, 66,25 g, 65,25 g et 64,89 g. Les poids de carcasse sont de 2005,51 g (LMGCa), 2004,30 g (LH1), 1965,14 g (LT) et 1936,74 g (LH2). On note cependant une baisse du rendement de carcasse: 83,40 % (LH1), 84,10 % (LH2), 84,55 % (LMGCa) et 84,74 % (LT). La consommation alimentaire semble peu influencée par les lipides. Toutefois, leur présence provoque une détérioration de l'Indice de consommation pendant la finition ; il est de 2,28 (LH1), 2,05 (LT), 2,02 (LMGCa) et 2,01 (LH2). Pour produire 1 kg de poulet, l'aliment contenant de la matière grasse est plus coûteux : 664,5 FCFA (LH1), 655 FCFA (LMGCa), 637 FCFA (LH2) contre 618,75 FCFA (LT).

Mots-clés : Productivité – Matière grasse alimentaire– IC – GMQ – Croissance
– Coût – Poulet de chair.

Auteur : Serge Alain CIEWE CIAKE

B.P. : 5813 Yaoundé/Cameroun

E-mail : ciewese@yahoo.fr