

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

ANNEE 1996

N°31



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

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES EFFETS DE LA
SUPPLEMENTATION ALIMENTAIRE EN DIFFERENTS
NIVEAUX DE PHYTASE MICROBIENNE (*Aspergillus niger*)
SUR LES PERFORMANCES ZOOTECNIQUES CHEZ LE
POULET DE CHAIR EN ZONE TROPICALE

THESE

Présentée et soutenue publiquement le **23 Juillet 1996**
devant la Faculté de Médecine et Pharmacie de Dakar

**Pour obtenir le grade de DOCTEUR VETERINAIRE
(DIPLOME D'ETAT)**

par

Hamman ATKAM

Né le 29 Septembre 1970 à Dogba-Maroua (CAMEROUN)

JURY

PRESIDENT	:	M. Pape Demba NDIAYE	Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
RAPPORTEUR	:	M. Moussa ASSANE	Professeur à l'E.I.S.M.V de Dakar
MEMBRES	:	M. Louis Joseph PANGUI	Professeur à l'E.I.S.M.V de Dakar
		M. Mamadou BADIANE	Maître de Conférences Agrégé à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
DIRECTEUR DE THESE :		M. Gbeukoh Pafou GONGNET	Docteur d'Etat ès Sciences Agronomiques (Dr.Sc. Agr.) Maître-Assistant à l'E.I.S.M.V de Dakar

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



~*~

ANNEE UNIVERSITAIRE 1995-1996

~*~

COMITE DE DIRECTION

1. LE DIRECTEUR

- Professeur François Adéhayo ABIOLA

**2. LE DIRECTEUR ADMINISTRATIF
ET FINANCIER**

- Monsieur Jean Paul LAPORTE

3. LES COORDONNATEURS

- Professeur Malang SEYDI
Coordonnateur des Etudes
- Professeur Justin Ayayi AKAKPO
Coordonnateur des Stages et Formation
Post-Universitaires
- Professeur Germain Jérôme SAWADOGO
Coordonnateur Recherche-Développement

LISTE PERSONNEL DU CORPS ENSEIGNANT

I.- PERSONNEL ENSEIGNANT EISMV

A. DEPARTEMENT SCIENCES BIOLOGIQUES ET PRODUCTIONS ANIMALES

CHEF DU DEPARTEMENT

Professeur ASSANE MOUSSA

SERVICES

1. ANATOMIE-HISTOLOGIE-EMBRYOLOGIE

Koundi Charles AGBA	Maître de Conférences Agrégé
Mamadou CISSE	Moniteur

2. CHIRURGIE-PRODUCTION

Papa El Hassane DIOP	Professeur
Mame Balla SOW	Moniteur
Ali KADANGA	Moniteur

3. ECONOMIE RURALE ET GESTION

Cheikh L.Y	Maître-Assistant
Hélène FOUCHER (Mme)	Assistante
Marta RALALANJANAHARY (Mlle)	Monitrice

4. PHYSIOLOGIE-THERAPEUTIQUE-PHARMACODYNAMIE

ASSANE MOUSSA	Professeur
Christian NGWIE ASSOUMOU	Moniteur
Mouhamadou CHAIBOU	Moniteur

5. PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES

Germain Jérôme SAWADOGO	Professeur
Jean Népomuscène MANIRARORA	Docteur Vétérinaire Vacataire
Souléye Issa NDIAYE	Moniteur

6. ZOOTECHNIE-ALIMENTATION

Gbeukoh Pafou GONGNET	Maître-Assistant
Ayao MISSOHOLOU	Maître-Assistant
Roland ZIEBE	Moniteur

B. DEPARTEMENT SANTE PUBLIQUE ET ENVIRONNEMENT

CHEF DE DEPARTEMENT

Professeur Louis Joseph PANGUI

SERVICES

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

Malang SEYDI	Professeur
Mouhamadou Habib TOURE	Moniteur
Mamadou DIAGNE	Docteur Vétérinaire Vacataire

2. MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE-PATHOLOGIE INFECTIEUSE

Justin Ayayi AKAKPO	Professeur
Rianatou ALAMBEDJI (Mme)	Maître-Assistante
Kokouvi SOEDJI	Moniteur

3. PARASITOLOGIE-MALADIES PARASITAIRES ZOOLOGIE APPLIQUEE

Louis Joseph PANGUI	Professeur
Morgan BIGNOUMBA	Moniteur
Alexandre GITEGO	Docteur Vétérinaire Vacataire

4. PATHOLOGIE MEDICALE - ANATOMIE PATHOLOGIQUE CLINIQUE AMBULANTE

Yalacé Yamba KABORET	Maître-Assistant
Pierre DECONINCK	Assistant
Balabawi SEIBOU	Moniteur
Hamman ATKAM	Moniteur
Félix Cyprien BIAOU	Docteur Vétérinaire Vacataire

5. PHARMACIE - TOXICOLOGIE

François Adébayo ABIOLA	Professeur
Papa SECK	Moniteur

II.- PERSONNEL VACATAIRE (PREVU)

. Biophysique

Sylvie GASSAMA (Mme)

Maître de Conférences Agrégé

Faculté de Médecine et de Pharmacie

U C A D

. Botanique

Antoine NONGONIERMA

Professeur

IFAN

UCAD

. Agropédologie

Alioune DIAGNE

Docteur Ingénieur

Département « Sciences des sols »

Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie

(E N S A)

THIES

III.- PERSONNEL EN MISSION (PREVU)

. Parasitologie

Ph. DORCHIES

Professeur

ENV - TOULOUSE

M. KILANI

Professeur

ENMV - SIDI THABET

. Anatomie Pathologie Générale

G. VANHAVERBEKE

Professeur

ENV - TOULOUSE

. Pathologie du bétail

Th. ALOGNINOUBA

Professeur

ENV - LYON

Pathologie des Equidés et Carnivores

A. CHABCHOUB

Maître de Conférences Agrégé

ENMV - SIDI THABET

IV.- PERSONNEL ENSEIGNANT CPEV

1. MATHÉMATIQUES

Sada Sory THIAM

Maître Assistant

Faculté des Sciences et Techniques

UCAD - DAKAR

Statistiques

Ayao MISSOHOU

Maître-Assistant

EISMV - DAKAR

2. PHYSIQUE

Issakha YOUM

Maître de Conférences

Faculté des Sciences et Techniques

UCAD - DAKAR

Chimie Organique

Abdoulaye SAMB

Professeur

Faculté des Sciences et Techniques

UCAD - DAKAR

Chimie Physique

Serigne Amadou NDIAYE

Maître de Conférences

Faculté des Sciences et Techniques

UCAD - DAKAR

Alphonse TINE

Maître de Conférences

Faculté des Sciences et Techniques

UCAD - DAKAR

Chimie

Abdoulaye DIOP

Maître de Conférences

Faculté des Sciences et Techniques

UCAD - DAKAR

. Zootechnie - Alimentation

A. BEN YOUNES

Professeur

ENMV - SIDI THABET

. Denréologie

J. ROZIER

Professeur

ENV - ALFORT

A. ETTRIQUI

Professeur

ENMV - SIDI THABET

. Physique et Chimie Biologiques et médicales

P. BENARD

Professeur

ENV - TOULOUSE

. Pathologie Infectieuse

J. CHANTAL

Professeur

ENV - TOULOUSE

. Pharmacie - Toxicologie

L. EL BAHRI

Professeur

ENMV - SIDI THABET

G. KECK

Professeur

ENV LYON

. Chirurgie

A. CAZIEUX

Professeur

ENV - TOULOUSE

. Obstétrique

MAZOUZ

Maître de Conférences

IAV Hassan II - RABAT

3. BIOLOGIE

Physiologie Végétale

Papa Ibra SAMB

Chargé d'Enseignement

Faculté des Sciences et Techniques

UCAD - DAKAR

Kandioura NOBA

Maître-Assistant

Faculté des Sciences et Techniques

UCAD - DAKAR

4. BIOLOGIE CELLULAIRE

Reproduction et Génétique

Omar THIAW

Maître de Conférences

Faculté des Sciences et Techniques

UCAD - DAKAR

5. EMBRYOLOGIE et ZOOLOGIE

Bhen Sikina TOGUEBAYE

Professeur

Faculté des Sciences et Techniques

UCAD - DAKAR

6. PHYSIOLOGIE ET ANATOMIE COMPAREES DES VERTEBRES

Cheikh Tidiane BA

Chargé d'enseignement

Faculté des Sciences et Techniques

UCAD - DAKAR

7. BIOLOGIE ANIMALE

D. PANDARE

Maître-Assistant

Faculté des Sciences et Techniques

UCAD - DAKAR

Absa Ndiaye GUEYE (Mme)

Maître-Assistante

Faculté des Sciences et Techniques

UCAD - DAKAR

8. ANATOMIE ET EXTERIEUR DES ANIMAUX DOMESTIQUES

Charles Kondi AGBA

Maître de Conférences Agrégé

EISMV - DAKAR

9. GEOLOGIE

A. FAYE

Faculté des Sciences et Techniques

R. SARR

UCAD - DAKAR

10. TP

Maguette MBOW (Mlle)

Monitrice

Je

dédie

ce modeste

travail...

A ALLAH le Tout Puissant, le Miséricordieux et à son prophète MOHAMED

(P.S.L.)

A ma grand-mère Fanta (In Mémorium)

Pour tes innombrables conseils. Que ton âme repose en paix.

A mon père ATKAM Robert.

Les mots me manquent pour exprimer ce que je ressens aujourd'hui pour toi, mais j'ai en mémoire que ce travail est le fruit de tant d'années de sacrifices consentis à mon égard.

A ma mère TIMKE Thérèse

Ton amour est pour moi le catalyseur de tout ce que j'ai fait jusqu'ici. J'espère qu'il s'est transmis à moi.

A ma marâtre ASTA

Tu es pour moi une seconde mère.

A la mémoire de ma tante MAMMA

Le destin a voulu que tu ne sois pas là aujourd'hui. Que ALLAH t'accepte dans son paradis.

A mes oncles et tantes

Remerciements pour tout ce que vous avez fait pour moi.

A mes frères et soeurs WABI, FADIMATOU, HABIBA, SOULEYMANOU, AMINA, OUMAROU, HAYATOU, ISSIAKOU, MAIMOUNA, ABDOU, AIE, DJIBRIL, SEHOU.

Que ce travail soit pour vous un exemple à suivre

A mon neveu SEHOU MEDERE

A mes beau-frères YADJI et LINGWAYE Jean Blaise

A mes cousins et cousines ABOULANTANG J., HAMADOU A., AOUdakile; ANDOUILKO I.

En témoignage de votre affection et de votre disponibilité.

Aux familles SOYAM et MEGUILLE.

Nous avons trouvé chez vous l'affection. Profonde gratitude.

A la famille AHIDJO

Aux Docteurs A. LAHAMDJJI, NDJENG G.A., A. MAÏKANTI, G. GONNE, M. OUSMAÏLA

A mes camarades du Lycée de Garoua BEIKAME, OUMAROU H., LEYLA S., etc.

A mes ami(c)s de Dakar, NIEZOME, E. MAHOU, C. MAHOU, A. TEDMOUN, Annie TEDMOUN, P.P. NGUEMA, Armelle, OUDJAKI, O. MAMOUDOU, M. BOBBO, P. NZIKO, B. NGANGUAP, B. LAKO.

A mes camarades de l'EISMV, R. ZIEBE, M. TOUKOUR, P. VAITCHAFFA, P. ENGAMBA, BOURDANNE, B. SENE, S. SOUL, O. MPOUOK.

A tous les membres de la CAVESTAS

A tous les étudiants et stagiaires camerounais à Dakar

A la 23ème promotion Amadou Lamine NDIAYE

Au Sénégal, pays hôte

Au CAMEROUN, Ma Patrie.

REMERCIEMENTS

Au Docteur Yalacé Yamba KABORET

Au Docteur Pierre DECONINCK

Au Docteur Cyprien BIAOU

Au Docteur AYAO MISSOHOU

A Mr. M. HANE

A Mme DIOUF

A Mr I. BA

A Mr FASSIA

A Mr CISSE

Au Docteur Maguette MBOW

A Mr MOREIRA

A Mr KANA

A Mr Ibrahima NDIAYE

A Mr Doudou NDIAYE

Trouvez dans ce travail une dette qui, malheureusement de part sa nature,
n'est pas remboursable.

A NOS MAITRES ET JUGES

- Monsieur Pape Demba NDIAYE

Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar.

Vous nous faites l'insigne honneur de présider notre jury de thèse malgré vos nombreuses tâches. Vos qualités scientifiques et votre disponibilité resteront pour nous un souvenir inoubliable.

Soyez rassuré de notre profonde reconnaissance.

Hommages respectueux

- Monsieur Moussa ASSANE

Professeur à l'EISMV de Dakar

La spontanéité avec laquelle vous avez accepté de rapporter ce travail nous honore. Votre diligence, votre rigueur dans le travail, la qualité des nombreux enseignements que nous avons reçu de vous ont été d'un très grand apport pour nous.

Trouvez ici l'expression de notre profonde reconnaissance et de notre admiration.

- Monsieur Louis Joseph PANGUI

Professeur à l'EISMV de Dakar.

C'est avec un réel plaisir que vous avez accepté de siéger dans ce jury de thèse. Votre abord facile, vos immenses qualités humaines et scientifiques ont forcé notre admiration.

Veuillez croire en l'expression de nos sincères remerciements.

- Monsieur Mamadou BADIANE

Maître de Conférences Agrégé à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar

Malgré un calendrier chargé, vous nous faites l'honneur de siéger dans notre jury de thèse.

Veuillez accepter en retour nos remerciements sincères et nos considérations.

- Monsieur Gbeukoh Pafou GONGNET

Maître Assistant à l'EISMV

Vous avez inspiré le sujet de cette thèse et guidé ce travail avec franchise et entière disponibilité. Vos qualités humaines et scientifiques, votre simplicité, votre compétence et votre amour du travail bien fait vous valent l'estime de tous vos étudiants. Tous ceux qui comme moi ont eu la bonne fortune de bénéficier de votre encadrement scientifique en garderont un bon souvenir.

Acceptez nos remerciements et notre profonde reconnaissance pour ce que vous avez fait pour nous.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....	3
Chapitre I: PHYTATES ET PHYTASES DANS L'ALIMENTATION DES VOLAILLES.....	4
1. Les phytates.....	4
1.1. Définition.....	4
1.2. Solubilité des phytates.....	5
1.3. Localisation des phytates.....	5
2. Les phytases.....	6
2.1. Historique.....	6
2.2. Origine des phytases.....	7
2.2.1. Les phytases végétales.....	7
2.2.1.1. Les différentes sources de phytases végétales.....	7
2.2.1.2. Répartition anatomique des phytases végétales.....	8
2.2.2. La phytase intestinale.....	8
2.2.3. Les phytases fongiques ou microbiennes.....	9
2.3. Mécanisme d'action des phytases.....	9
2.3.1. Les doses utilisées.....	9
2.3.2. Mécanisme d'action proprement dit.....	9
3. Facteurs de variation de l'activité phytasique.....	10
3.1. L'humidité.....	10
3.2. La température.....	10
3.3. Le pH.....	10
3.4. Les autres facteurs.....	11
4. Activités phytasiques végétale et fongique.....	11
5. Intérêt de l'utilisation des phytases fongiques dans l'alimentation des monogastriques.....	11
5.1. Intérêt physiologique.....	11
5.2. Intérêt écologique.....	12
5.2.1. Diminution de la teneur en Cadmium des denrées.....	12
5.2.2. Lutte contre la pollution phosphorée.....	12
5.3. Intérêt économique.....	12

6. Effet de la phytase sur les performances zootechniques et l'utilisation du phosphore	13
6.1. Les performances zootechniques	13
6.1.1 La consommation alimentaire, la croissance et l'indice de consommation	13
6.1.2. Le rendement carcasse	13
6.2. L'utilisation du phosphore	14
6.2.1. Rétention et excrétion phosphoriques	14
6.2.2. Minéralisation osseuse	14

Chapitre II : GENERALITES SUR LE METABOLISME PHOSPHOCALCIQUE.....15

1. Les apports de minéraux	15
1.1. Notions de besoin en calcium et en phosphore du poulet de chair.....	15
1.1.1 Détermination des besoins en minéraux	15
1.1.2. Règles d'utilisation du phosphore et du calcium	15
1.1.3. Les apports recommandés en phosphore et en calcium chez la volaille.....	16
1.2. Les sources de phosphore et de calcium	17
1.2.1. Les sources de phosphore	17
1.2.1.1. Le phosphore végétal	17
1.2.1.2 Le phosphore minéral.....	18
1.2.2. Les sources de calcium	19
1.3 L'ingestion du calcium et du phosphore.....	19
2. L'absorption digestive du calcium et du phosphore	19
2.1. Mécanismes d'absorption	19
2.2. Facteurs de variation de l'absorption du phosphore	20
2.2.1. L'âge et l'état physiologique.....	20
2.2.2. Les facteurs alimentaires	20
2.2.3. Les sources de phosphore.....	20
3. La distribution du calcium et du phosphore dans l'organisme	21
4. Excrétion du phosphore et du calcium.....	21
5 Régulation endocrinienne du métabolisme phosphocalcique.....	22
5.1. Rôle de la parathormone (PTH).....	22
5.2. Rôle de la calcitonine (CT).....	23
5.3. Rôle de la vitamine D (Vit. D).....	23
6. Rôles du calcium et du phosphore dans l'organisme	24

DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE 26

Chapitre I : MATERIEL ET METHODES.....27

1. Matériel	27
1.1 Les animaux	27

1.2. Matériel d'élevage.....	27
1.2.1 Habitat.....	27
1.2.2. Matériel d'alimentation.....	27
1.2.3. Aliments.....	28
1.3. Matériel de laboratoire.....	29
2. Méthodes.....	29
2.1. Répartition des poulets en lots.....	29
2.2. Alimentation et abreuvement.....	30
2.3. Pesée des volailles et détermination du rendement carcasse.....	30
2.4. Prélèvement des tibias.....	30
2.5. Contrôle sanitaire.....	30
2.6. Analyses.....	31
2.6.1. Humidité ou teneur en eau.....	31
2.6.2. Teneur en cendres brutes.....	31
2.6.3. La matière azotée ou protéines brutes.....	32
2.6.4. Taux de phosphore total.....	32
2.6.5. Taux de calcium.....	32
2.7. Calculs.....	33
2.8. Analyses statistiques.....	33
Chapitre II : RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	34
1. Résultats.....	34
1.1. Composition chimique des aliments.....	34
1.2. La consommation alimentaire.....	35
1.3. Les performances de croissance.....	37
1.3.1. Evaluation pondérale.....	37
1.3.1.1. Le gain de poids hebdomadaire.....	39
1.3.1.2. Le rendement carcasse.....	39
1.3.2. Evaluation de l'indice de consommation pendant la croissance des poulets.....	41
1.3.3. Influence des niveaux de phytase microbienne sur la longueur des os.....	41
1.4. La minéralisation osseuse.....	43
2. Discussions.....	43
2.1. Critiques de la méthode.....	43
2.2. Discussion des résultats.....	44
2.2.1. Influence des niveaux de phytase microbienne sur la consommation alimentaire et l'indice de consommation.....	44
2.2.2. Croissance et gain de poids moyen hebdomadaire.....	45
2.2.3. Rendement carcasse.....	45
2.2.4. La minéralisation osseuse.....	46
CONCLUSION.....	47
BIBLIOGRAPHIE.....	50

ABREVIATIONS UTILISEES

al.	alliés
C.M.V.	Complexe Minéral Vitaminé
°C	Degré Celsius
Ca	Calcium
Cu	Cuivre
EISMV	Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaire
E.M.	Energie Métabolisable
F.A.O.	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
Fig.	Figure
G.M.Q	Gain Moyen Quotidien
IEMVT	Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux
INRA	Institut National de Recherches Agronomiques
j	Jour
Kcal	kilocalories
kg	kilogramme
l	Litre
m	Mètre
mg	milligrammes
ml	millilitre
M.S.	Matières Sèches
N	Normal
nm	nanomètre
P	Phosphore
p.100	pour cent
U	Unité
Zn	Zinc

LISTE DES FIGURES

	<i>Page</i>
Figure 1	Structure chimique de l'acide phytique et des phytates 4
Figure 2	Rôle de la PTH dans la régulation du métabolisme phosphocalcique 22
Figure 3	Rôle de la CT dans la régulation de la calcémie 23
Figure 4	Production et activité de la vitamine D 25
Figure 5	Influence de différents niveaux de phytase microbienne sur la consommation alimentaire 36
Figure 6	Influence de différents niveaux de phytase microbienne sur la croissance 38
Figure 7	Influence de différents niveaux de phytase microbienne sur le gain de poids hebdomadaire 40

Figure 8	Influence de différents niveaux de phytase microbienne sur l'indice de consommation hebdomadaire 42

LISTE DES TABLEAUX

		<i>Page</i>
Tableau I	Localisation de l'acide phytique dans les grains	5
Tableau II	Récapitulatif des résultats obtenus lors de la supplémentation de l'aliment en phytase fongique chez les monogastriques	7
Tableau III	Activité phytasique moyenne de quelques matières premières en unité par kilogramme	8
Tableau IV	Valeurs optimales du rapport phosphocalcique selon certains auteurs	16
Tableau V	Apports recommandés en calcium et en phosphore chez le poulet de chair en p.100 de régime	16
Tableau VI	Teneur en phosphore des principales matières premières en alimentation animale	17
Tableau VII	Composition en calcium et en phosphore de quelques matières premières disponibles au Sénégal	18
Tableau VIII	Composition des aliments utilisés au démarrage (14ème - 27ème j) et en croissance-finition (28ème-48ème j)	28
Tableau IX	Calendrier de prophylaxie	31
Tableau X	Composition chimique des aliments démarrage (14ème-27ème j) et croissance-finition (28ème-48ème j)	34
Tableau XI	Influence des niveaux d'apport en phytase microbienne sur la consommation alimentaire hebdomadaire	35
Tableau XII	Influence des niveaux d'apport en phytase microbienne sur la croissance des poulets de chair	37
Tableau XIII	Influence des niveaux d'apport en phytase microbienne sur le gain de poids hebdomadaire	39
Tableau XIV	Influence des niveaux d'apport en phytase microbienne sur le rendement carcasse	39
Tableau XV	Influence des niveaux d'apport en phytase microbienne sur l'indice de consommation	41
Tableau XVI	Influence des niveaux d'apport en phytase microbienne sur la longueur des os	41
Tableau XVII	Influence des niveaux de phytase microbienne sur les teneurs en cendres, en calcium et en phosphore des tibias de différents lots de poulet	43

"Par délibération, la Faculté et l'Ecole ont ~~decidé~~ 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 leur donner aucune approbation ni improbation."

INTRODUCTION

A la veille du troisième millénaire, alors que l'un des objectifs de bon nombre de gouvernements des pays en voie de développement est « *Santé pour tous en l'an 2000* », le continent africain reste encore frappé de nombreux maux dont celui de la famine.

L'élevage de gros bétails (bovins, camélins, ovins, caprins) qui pendant longtemps n'a pas permis la résolution de cette carence en protéine animale a poussé les états africains à encourager l'élevage des animaux à cycle court susceptible de remédier rapidement à ce déficit protéique.

Progressivement, le secteur avicole est passé d'un stade artisanal à un élevage intensif de mieux en mieux organisé.

L'aviculture moderne a ainsi connu ces dernières années une extension rapide et s'est montrée comme étant une perspective prometteuse pour répondre aux besoins d'une population sans cesse croissante. Au Sénégal par exemple, les effectifs de poussins d'un jour sont passés de 640.000 en 1975 à 4.803.000 en 1992 (Direction de l'élevage du Sénégal, citée par **NDIAYE**, 1995).

La maîtrise de cet outil de production passe nécessairement par une amélioration de l'alimentation qui représente 60 à 70 p.100 des coûts de production.

L'alimentation des monogastriques en général et des volailles en particulier est à base de céréales et de tourteaux. Ceux-ci sont relativement riches en phosphore qui se trouve en grande partie dans des molécules complexes appelées phytates (**BOUGON**, 1993a). Le phosphore phytique non digestible se retrouve directement dans les matières fécales des monogastriques. La mise au point de la phytase microbienne permet une hydrolyse du phosphore phytique des graines et le rend ainsi assimilable.

En Afrique subsaharienne, la phytase microbienne n'a pas encore fait l'objet d'études approfondies sur les performances de croissance, ce qui nous a poussé, en vue d'apporter notre modeste contribution dans l'amélioration des productions avicoles, à étudier les effets de la supplémentation alimentaire en différents niveaux de phytase microbienne (*Aspergillus niger*) sur les performances zootechniques chez le poulet de chair.

Notre étude sera présentée en deux parties.

Une première partie sur la synthèse bibliographique porte sur les phytates et l'alimentation des volailles et le métabolisme phosphocalcique.

Une deuxième partie réservée à l'étude expérimentale est divisée en deux chapitres :

- le premier sur le matériel et les méthodes,
- le second traitera des résultats et discussions.

PREMIERE PARTIE :
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : PHYTATES ET PHYTASES DANS L'ALIMENTATION DES VOLAILLES

1. Les phytates

1.1. Définition

Le phosphore phytique est un produit de l'estérification d'un polyalcool (myo-inositol) par l'acide phosphorique. Ce produit hexa-estérifié est appelé acide phytique (WEIL, 1990).

Selon AOYAGI (1995), la phytate des plantes est un complexe mono- et divalent de traces de minéraux comme le Cu, le Zn, le Mn, le Mg, le Fe, le Ca et le K (fig. 1). La phytate représente une réserve non négligeable de P, de minéraux et d'énergie utilisée lors de la germination.

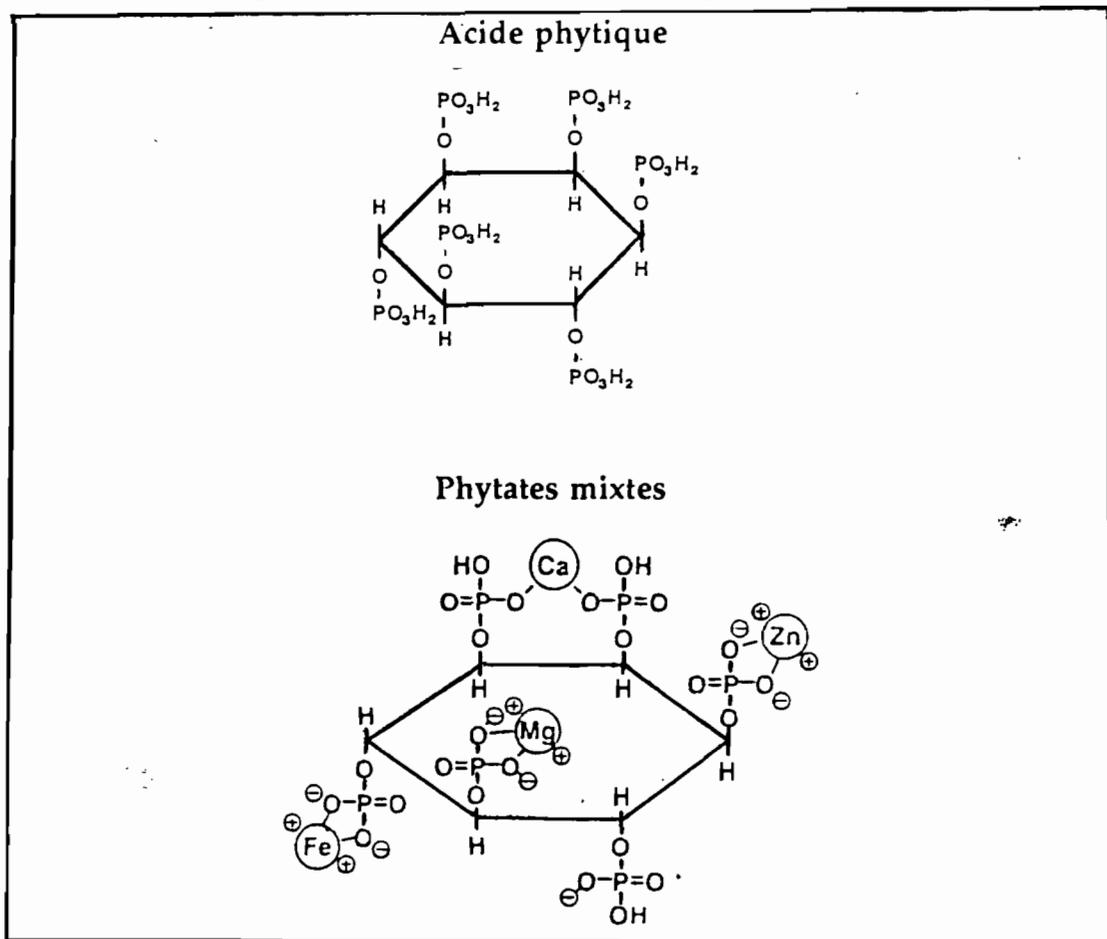


Figure 1 : Structure chimique de l'acide phytique et des phytates (SAUVEUR, 1989; GUILLOT et al., 1994)

1.2. Solubilité des phytates

La solubilité dans l'eau des phytates est très variable et influence grandement l'utilisation digestive du P phytique.

Le phytate de Ca est réputé le plus insoluble alors que le phytate de Na est soluble (SAUVEUR, 1989). Cette insolubilité n'est pas aussi importante dans la mesure où le phytate de Ca n'est prédominant dans aucune des graines.

1.3. Localisation des phytates

La localisation des phytates n'est pas constante dans les grains. Dans la plupart des monocotylédones, 80 à 90 p.100 des phytates sont contenues dans les couches externes des graines. Dans les graines de dicotylédones, les phytates sont surtout présentes dans les globoïdes et non pas dans les enveloppes (SAUVEUR, 1989).

Le tableau I indique la localisation des phytates dans les grains.

Tableau I : Localisation de l'acide phytique dans les grains

(REDDY et al. cités par POINTILLART, 1994)

CEREALES	ECHANTILLON	P. phytique en p.100*
Maïs	Hybride commercial	0,25
	Endosperme	0,01
	Germe	1,80
	Cuticule	0,02
Blé	Tendre	0,32
	Endosperme	traces
	Germe	1,10
	Téguments	0
	Aleurone	1,16
Riz	Brun	0,25
	Endosperme	traces
	Germe	0,98
	Péricarpe	0,95

*Teneur en pourcentage de la partie considérée

2. Les phytases

2.1. Historique

D'après **POINTILLART** (1994), les premiers travaux sur le P phytique et son utilisation datent de 1971. Ces travaux qui avaient été abandonnés ont été réactualisés à cause de l'augmentation des rejets de P dans les zones à forte concentration d'élevage des monogastriques et de la mise au point en 1987 par **GIST-BROCADE**, de phytase d'origine microbienne (*Aspergillus ficuum* ou *Aspergillus niger*) se révélant rapidement efficace sur la digestion du P végétal.

Il a eu à observer que l'addition de phytase microbienne (>1000 unités d'enzyme par kg d'aliment) permet une hydrolyse du P phytique et une réduction jusqu'à 50 p.100 des teneurs en P des lisiers.

BOUGON (1993a) en ajoutant 600 unités de phytase (*Aspergillus ficuum*) par kg d'aliment destinés à des poulets de chair a observé une réduction de l'excrétion du P de 26 p.100.

Plusieurs études ont également été conduites sur la possibilité de remplacer l'apport de phosphore minéral par des phytases fongiques dans des aliments destinés à des volailles adultes, poules pondeuses et reproductrices (**VANDERKLIIS** et al. cités par **SAUVEUR**, 1993).

Contrairement aux précédents auteurs, certains autres ont eu à utiliser les phytases végétales telle que celles du blé. Les phytases naturellement présentes dans certaines graines peuvent aboutir à une activité de 50 à 250 unités par kg d'aliment composé (**SCHÖNER** et **HOPPE** cités par **SAUVEUR**, 1993).

Les différents résultats obtenus par certains auteurs lors de la supplémentation de la ration par la phytase fongique sont résumés dans le tableau II.

Tableau II : Récapitulatif des résultats obtenus lors de la supplémentation de l'aliment en phytase fongique chez les monogastriques.

Auteurs	Pays	Espèces	Age (j)	Dose (U/Kg)	Résultats	
					Augmentation de la rétention de P en p.100	Diminution de l'excrétion de P en p.100
SIMONS et al (1990)	Hollande	Porc	---	1.000	24	35
SIMONS et al (1990)	Hollande	Poulet	24	1.000	50	---
FARREL et al (1990)	Angleterre	Poulet	18	750	18	---
FARREL et al (1993)	Angleterre	Caneton	17	850	29	---
BOUGON (1993a)	France	Poulet	21	600	---	26
RICHTER et al (1993)	Allemagne	Poulet	35	500	---	26
DJIDOHOUN (1995)	Sénégal	Poulet	49	750	7,69	7,89
DJIDOHOUN (1995)	Sénégal	Poulet	49	750	4,17	4,27

2.2. Origine des phytases

Il existe au moins trois sortes de phytases : celle contenue dans les graines (céréales et tourteaux), celle qui est présente dans le tube digestif de l'animal et les phytases d'origine microbienne (*Aspergillus ficuum* ou *niger*).

2.2.1. Les phytases végétales

2.2.1.1. Les différentes sources de phytases végétales

L'activité phytasique des différentes espèces végétales varie considérablement. La phytase du blé connue depuis fort longtemps présente une activité assez élevée. L'activité phytasique est

très faible dans les tourteaux de soja et d'arachide. La phytase n'a même pas été déterminée dans les graines de légumineuses (COURTOIS, 1947; POINTILLART, 1994).

Tableau III : Activité phytasique moyenne de quelques matières premières en U/Kg (POINTILLART, 1994)

Matières premières	Activité phytasique (U/kg)
Blé	600±60
Remoulage de blé	1.900±140
Son de blé	1.100±120
Maïs	30±15
Riz	125±60
Tourteaux	
Soja	60±30
Arachide	0

2.2.1.2. Répartition anatomique des phytases végétales

La phytase des grains et des graines se situe surtout, comme les phytates, dans les enveloppes, mais l'endosperme (amande du grain) présente une forte activité enzymatique (POINTILLART, 1994).

Selon SAUVEUR (1989), l'activité phytasique est de loin plus élevée dans le germe et les enveloppes que dans les cotylédones.

2.2.2. La phytase intestinale

L'existence d'une phytase intestinale endogène chez les oiseaux a fait l'objet de plusieurs publications contradictoires. Malgré l'identification in vitro d'une activité phytasique dans la muqueuse intestinale par certains auteurs, SIMONS cité par SAUVEUR (1989) n'a observé aucune hydrolyse intestinale de phytate, en dépit d'un pH favorable, lorsqu'aucune phytase exogène n'était apportée.

L'activité phytasique serait moins négligeable chez le poulet que chez les autres espèces comme le porc, le lapin, le cobaye et le hamster (JONGBLOED et al., 1992).

Par contre, les ruminants hydrolysent totalement le P phytique grâce à la flore du rumen (JARRIGE, 1988).

2.2.3. Les phytases fongiques ou microbiennes

Les phytases microbiennes sont extraites de mycélium d'*Aspergillus ficuum* ou *Aspergillus niger* (SIMONS et al., 1990). Elles sont obtenues après fermentation et purification, certaines par génie génétique.

2.3. Mécanisme d'action des phytases

ECOLE INTER-ETATS
DES SCIENCES ET MÉDECINE
VÉTÉRINAIRES DE DUMAS
BIBLIOTHEQUE

2.3.1. Les doses utilisées

L'activité phytasique exprimée en "Unité" est définie comme étant l'activité d'enzyme permettant de libérer un micromole de P par minute à un pH de 5,5 et à une température de 37°C à partir d'une solution de phytate de Na à 0,0015 mole par litre.

Il est supposé qu'un gramme de "NATUPHOS" a une activité phytasique de 5.000 unités. Les doses de phytase ajoutée à la ration varient suivant les auteurs :

- * 500 U/kg il faut 100g/tonne d'aliment (SCHÖNER, 1991)
- * 750 U/kg il faut 150g/tonne d'aliment (LEI et al., 1993)
- * 800 U/kg il faut 160 g/tonne d'aliment (FARREL et al., 1992)
- * 1000 U/kg il faut 200 g/tonne d'aliment (POINTILLART, 1994)
- * 1500 U/kg il faut 300 g/tonne d'aliment (JONGBLOED et al., 1992)

2.3.2. Mécanisme d'action proprement dit

La phytase est une phosphatase qui hydrolyse les phytates (myo-inositol hexaphosphate) en myo-inositol et orthophosphate

Myo-inositol-hexaphosphate + H₂O ----- myo-inositol + orthophosphate

Selon POINTILLART (1992), la déphosphorylation de l'acide phytique aboutit à de l'inositol 5 phosphates (IP5), ---- 4 phosphates (IP4), --- 3 phosphates (IP3), --- 2 phosphates (IP2), ---- 1 phosphate (IP1). Les trois derniers étant susceptibles de traverser directement la muqueuse intestinale.

3. Facteurs de variation de l'activité phytasique

3.1. L'humidité

La phytase étant une enzyme hydrolytique, l'action conjuguée d'un air chaud (60°C) et saturé d'humidité peut hydrolyser jusqu'à 30 p.100 des phytates du blé et du haricot (**FOURDIN**, 1984).

3.2. La température

La question de la stabilité à la chaleur des phytases végétales et microbiennes est particulièrement importante.

La digestibilité du P en présence de phytase végétale n'est pas modifiée par une température autour de 40°C, mais abaissée de 10 p.100 lorsque la température de granulation de l'aliment atteint 80°C (**SAUVEUR**, 1993).

SIMONS et al. (1990) ont rapporté que l'activité phytasique extraite d'*Aspergillus ficuum* reste maximale jusqu'à une température de 50°C mais est réduite de moitié lorsque la température atteint 87°C.

Selon **SCHEUERMANN et al.** (1988), la température optimale des phytases fongiques se situe entre 47 et 57°C.

Le froid n'affecte pas la phytase, mais la congélation entraîne la formation de cristaux de glace qui, en rompant les membranes, mettent en présence l'enzyme et son substrat (**FOURDIN**, 1984).

3.3. Le pH

L'activité phytasique des phytases végétales et microbiennes est similaire à pH 5,5 alors que ce n'est plus le cas aux pH inférieurs; par exemple, au pH égal à 3, la phytase du blé est totalement inactive alors que la phytase fongique conserve 60 à 80 p.100 de son activité (**EECKOUT et DE PAEPE**, 1992a).

La particularité des phytases fongiques est qu'elles ont un profil in vitro avec deux optima : l'un à 2,5 et l'autre à 5,5 (**SIMONS et al.**, 1990). Cela favorise son champ d'action au niveau de la digestion chez l'animal.

3.4. Les autres facteurs

- la perte de l'intégrité structurale du grain peut modifier son activité phytasique. Le grain moulu possède une activité phytasique plus importante que le grain entier. Car, le substrat et l'enzyme séparés dans les conditions physiologiques sont mis en présence grâce à la destruction partielle des cellules et des membranes;
- la teneur élevée en phytates de certaines farines peut en elle-même inhiber l'action de la phytase. Le taux d'extraction des farines peut donc influencer grandement sur la phytase et par la suite sur les effets négatifs des phytates (POINTILLART et al., 1992);
- la combinaison des phytates avec certaines protéines sous forme de complexe dans les graines les rend moins vulnérables à l'attaque phytasique;
- le Ca et certains ions métalliques forment des phytates stables résistants à l'attaque de l'enzyme.

4. Activités phytasiques végétale et fongique

L'efficacité de la phytase végétale et celle de la phytase microbienne à raison de 500 U/kg ont été comparées chez les porcelets et les porcs en croissance par EECKOUT et DE PAEPE (1992b). L'écart entre les deux types de phytase est presque de 10 p.100 pour ce qui concerne la digestibilité du P.

Selon les mêmes auteurs, l'effet de la phytase microbienne est plus prononcé lorsque le régime ne contient pas de phytase végétale.

SIX (1992) montre que contrairement au porc, l'additivité entre les deux types de phytase n'est pas forcément acquise chez la volaille.

5. Intérêt de l'utilisation des phytases fongiques dans l'alimentation des monogastriques

5.1. Intérêt physiologique

Les phytases permettent une hydrolyse des phytates libérant ainsi les minéraux (Ca, P, Zn, K, Cu, Fe), les protéines et le myo-inositol nécessaires à la couverture des besoins des animaux en P et autres éléments.

5.2. Intérêt écologique

5.2.1: Diminution de la teneur en Cadmium des denrées

L'effet de la phytase microbienne (NATUPHOS) sur la rétention du Cadmium chez le rat et la caille montre qu'une hydrolyse des phytates rendrait plus disponibles les cations divalents (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} , Fe^{2+} , ...) et provoquerait indirectement la diminution de la rétention cadmique (GUILLOT et al., 1994).

5.2.2. Lutte contre la pollution phosphorée

Le P végétal éliminé dans les fientes pose un problème de pollution dans les zones à forte concentration d'élevage de volailles telles qu'en Bretagne ou aux Pays-Bas. Ce qui pourrait un jour être le cas en zone périurbaine de Dakar.

Les rejets de P provoquent une eutrophisation dans les eaux de surface (rivières, fleuves, mers) du fait d'écoulements directs du P (COILLARD, 1994).

Pour réduire les rejets de P, il importe donc d'intervenir sur les facteurs d'utilisation digestive. Pour cela, on peut améliorer la digestibilité du P phytique soit par l'utilisation de matières premières riches en phytases, soit par l'incorporation dans l'aliment de phytase d'origine microbienne. Les réductions possibles des effluents de P qui découlent de cette incorporation varient entre 20 et 50 p.100 suivant les travaux.

Ce dernier point présente un intérêt évident dans les zones à forte concentration d'élevage des monogastriques, porc et volaille en particulier.

5.3. Intérêt économique

L'amélioration de la digestivité du P végétal par les phytases microbiennes engendre des économies importantes dans l'addition du P minéral (0,7 à 1 g / kg d'aliment suivant les espèces et leurs régimes alimentaires, soit entre 6 et 7 g de phosphate bicalcique / kg), voire avec certains régimes (ceux composés de céréales et d'issues à forte activité phytasique) ou certaines doses de phytase microbienne (≥ 1000 U/kg d'aliment) sa suppression totale au moins chez le porc.

6. Effet de la phytase sur les performances zootechniques et l'utilisation du phosphore

6.1. Les performances zootechniques

6.1.1 La consommation alimentaire, la croissance et l'indice de consommation

SCHÖNER et al. (1991) chez le poulet de chair ont montré que l'addition de phytase fongique à une ration contenant un niveau bas de P disponible améliore de manière significative la consommation alimentaire et la croissance.

Les travaux réalisés par **BOUGON** (1993a) chez les poulets âgés de 21 jours montrent que l'incorporation de phytase microbienne aux taux de 500, 1.000 et 1.500 U/kg à une ration contenant 0,46 p.100 de P disponible améliore le gain de poids. Les meilleurs gains de poids sont obtenus avec les niveaux 1.000 et 1.500.

Selon **DJIDOHOUN** (1995), l'ajout de phytase (750 U/kg) à l'aliment distribué aux poulets de chair entraîne des indices de consommation variant de 1,98 à 2,04.

L'efficacité des phytases dépend des quantités ajoutées aux aliments. Les gains de poids atteignent leur valeur maximale avec des rations refermant 0,26 p.100 de P disponible. (**BOUGON**, 1993b).

Par contre, l'addition de phytase à une ration contenant 0,29 p.100 de P disponible n'a aucun effet significatif sur la croissance et la consommation alimentaire.

Des études conduites sur la possibilité de remplacer l'apport de P minéral par des phytases fongiques dans des aliments destinés à des poules pondeuses et reproductrices montrent que l'intensité de ponte, le poids des oeufs et la solidité de la coquille sont accrus par l'ajout de phytases à un régime pauvre en P minéral mais ne démontrent pas que les performances maximales ont été atteintes (**PETER** cité par **SAUVEUR**, 1989).

6.1.2. Le rendement carcasse

DJIDOHOUN (1995) en distribuant quatre types d'aliment dont deux renferment 750 U/kg de phytase à des poulets de chair, montre que les meilleurs rendements carcasses 74,34 et 74,14 sont obtenus avec les lots recevant les aliments contenant de la phytase.

6.2. L'utilisation du phosphore

6.2.1. Rétention et excrétion phosphoriques

Aujourd'hui, il est bien démontré chez la volaille que l'addition de phytase microbienne améliore notablement la rétention du phosphore végétal, l'amélioration étant de 25 à 30 p.100 (SAUVEUR, 1993). La rétention du P végétal est presque linéaire entre 250 et 1.500 unités d'enzymes par kg d'aliment.

Les essais du même auteur montrent que les rejets de P diminuent de 50 p.100

6.2.2. Minéralisation osseuse

L'utilisation des phytases fongiques dans la nutrition des poulets de chair montre l'efficacité de l'enzyme sur la minéralisation osseuse.

Ainsi, NELSON et al. (1971) en ajoutant de la phytase extraite d'*Aspergillus ficuum* aux taux de 950 et 1.900 U/kg à un régime contenant 0,47 p.100 de P total, obtiennent respectivement les cendres des tibias suivantes : 41,6 et 44,2 p.100. Ils montrent aussi que l'amélioration à la rupture des os est fonction du niveau de phytase. RICHTER et al. (1993) ont obtenus des résultats semblables.

Les travaux réalisés en 1995 par DJIDOHOUN montrent que l'ajout de phytase (750 U/kg) améliore de manière non significative la teneur en calcium des tibias et de façon significative la teneur en P.

Chapitre II : GENERALITES SUR LE METABOLISME PHOSPHOCALCIQUE

1. Les apports de minéraux

1.1. Notions de besoin en calcium et en phosphore du poulet de chair

1.1.1 Détermination des besoins en minéraux

Le besoin d'un animal en un nutriment donné est la quantité optimale de ce nutriment qui assure, lorsque tous les autres facteurs nutritionnels sont fournis en quantité suffisante, une croissance normale et empêche en même temps l'apparition de tout symptômes de carences alimentaires (DIOP, 1982). D'après HURWITZ et BORSTEIN (1973), le besoin d'entretien est environ le quart du besoin total.

Deux approches complémentaires peuvent être utilisées pour déterminer les besoins en un élément minéral.

La première approche que l'on peut qualifier de "globale" consiste à distribuer à des animaux des aliments renfermant des doses croissantes de l'élément et de mesurer les différentes caractéristiques zootechniques telles que la vitesse de croissance, l'indice de consommation, la fréquence des troubles locomoteurs chez un animal en croissance. On choisira alors l'apport optimisant le paramètre jugé le plus important. Cette approche est celle généralement retenue pour les volailles.

La seconde dite "factorielle" repose sur l'évaluation des besoins nets liés à chaque fonction physiologique (entretien, croissance, gestation, lactation, etc.) et sur l'application à leur somme d'un facteur d'utilisation digestive tenant compte de l'absorption intestinale réelle. Cette pratique est réservée aux mammifères et réalisable seulement au laboratoire.

1.1.2. Règles d'utilisation du phosphore et du calcium

Selon FERRANDO (1964), quatre règles sont nécessaires à la couverture des besoins phosphocalciques :

- la nécessité d'un apport minimum de calcium assimilable;

- la nécessité d'un apport minimum de phosphore assimilable;
- un rapport phosphocalcique convenable chez la volaille. Le tableau IV indique quelques valeurs préconisées par certains auteurs.
- apport de la vitamine D₃

Tableau IV : Valeurs optimales du rapport phosphocalcique selon certains auteurs

	FERRANDO (1969)	KOLB (1975)	SMITH (1992)	MABALO (1993)
Poulet de chair	1,3 - 1,6	1,6	1 - 2	2 - 3
Poule pondeuse	2,4 - 4	3,7	---	---

Pour couvrir leurs besoins d'entretien, de croissance et de production et avoir une meilleure efficacité alimentaire, il faut fournir à la volaille une certaine quantité de minéraux pendant une période donnée.

1.1.3. Les apports recommandés en phosphore et en calcium chez la volaille.

Des études menées par les chercheurs de l'I.N.R.A. (1989) préconisent des apports en calcium et en phosphore aux taux respectifs de 4 p.100 et 0,6 p.100 avec 0,35 p.100 de phosphore disponible pour la poule pondeuse comme l'indique le tableau V.

Tableau V : Apports recommandés en calcium et en phosphore chez le poulet de chair en p.100 de régime (FAO, 1965 et I.N.R.A., 1989)

		F.A.O. (1965)	I.N.R.A. (1989)
DEMARRAGE	EM (Kcal/kg)	---	3.000
	Calcium	1,0 - 1,2	1,03
	Phosphore	0,75 - 0,8	0,68
	Phosphore disponible	0,45 - 0,6	0,43
CROISSANCE	EM (Kcal/kg)	---	3.000
	Calcium	1,0 - 1,2	0,93
	Phosphore	0,75 - 0,8	0,67
	Phosphore disponible	0,4 - 0,55	0,42
FINITION	EM (Kcal/kg)	---	3.000
	Calcium	1,0 - 1,2	0,82
	Phosphore	0,75 - 0,8	0,61
	Phosphore disponible	0,4 - 0,5	0,36

1.2. Les sources de phosphore et de calcium

1.2.1. Les sources de phosphore

1.2.1.1. Le phosphore végétal

La nature même du régime alimentaire des volailles constitué essentiellement des céréales et des tourteaux fait qu'il contient suffisamment de phosphore dont $\frac{2}{3}$ à $\frac{3}{4}$ sous forme de phosphore phytique (POINTILLART, 1994). Le tableau VI montre la teneur en phosphore phytique des principales matières premières qui entrent dans l'alimentation des volailles. Quant au tableau VII, il indique la composition en calcium et phosphore de quelques matières premières disponibles au Sénégal.

Tableau VI : Teneur en phosphore des principales matières premières en alimentation animale (POINTILLART, 1994)

	Phosphore phytique (g/Kg)	Phosphore phytique/Phosphore total p.100
Maïs	1,7 - 2,2	66 - 85
Blé	1,7 - 2,5	60 - 77
Son de blé	8,1 - 9,7	70 - 90
Remouillage de blé	4,7 - 5,8	66 - 85
Sorgho	1,8 - 2,2	60 - 74
Tourteaux		
Soja	3,2 - 3,8	51 - 61
Arachide	3,2 - 4,3	47 - 69
Coton	7,0 - 9,2	70
Colza	6,0 - 7,3	60 - 63

Tableau VII : Composition en calcium et en phosphore de quelques matières premières disponibles au Sénégal (ANSELME, 1987)

	Matière sèche	Calcium (p.100 de MS)	Phosphore assimilable (p.100 de MS)
Maïs	86	0,02	0,28
Sorgho	88	0,05	0,34
Mil	89	0,05	0,32
Son de blé	88	0,1	1,04
Son de riz	94	0,07	1,5
Farine de cône	89	0,15	1,02
Tourteau d'arachide	91,6	0,18	0,12
Tourteau de coton	90,4	0,15	0,97
Farine de poisson	92	5,5	3,1
Coquillage	---	31,7	---
Poudre d'os	---	21	10
Farine de viande	93	8,29	3,23
Farine de sang	90	0,33	0,24
Levure	92	0,38	1,10

1.2.1.2 Le phosphore minéral

Les phosphates représentent les principales sources de phosphore minéral. **FERRANDO** (1964) recommande l'utilisation des phosphates mono-, bi et tricalciques dans l'alimentation des volailles.

Certains auteurs par contre ont utilisé les phosphates naturels. Ainsi, **DIALLO** et coll. (1985) ont montré qu'aucune différence n'est significative entre des lots supplémentés avec le phosphate bicalcique et ceux recevant le polyfos produit par la Compagnie Sénégalaise des Phosphates de Thiès (C.S.P.T.). Ils concluent que le remplacement du phosphate bicalcique par le polyfos était très avantageux.

MABALO (1993) en incorporant le polyfos, le phosphate bicalcique et le phosphate tricalcique à différents niveaux d'apport dans l'alimentation des poulets de chair montre que les meilleures performances de croissance sont obtenues avec le polyfos.

1.2.2. Les sources de calcium

A part les phosphates de calcium, seuls les carbonates de calcium sont couramment utilisés en alimentation animale (I.N.R.A., 1989). La phosphatase alcaline très abondante au niveau intestinal libère le calcium des phosphates de calcium. La disponibilité biologique du calcium des calcaires se situe généralement entre 95 et 100 p.100, mais elle peut quelquefois descendre en-dessous de 90 p.100.

La disponibilité du calcium des sources "biologiques" de carbonates (coquilles de mollusques marins, coquilles d'oeufs, etc.) est généralement bonne.

Les autres formes de calcium (plâtre, marbre, ciment, etc.) présentent un certain nombre d'inconvénients liés aux éléments ou groupe chimique en présence (sulfate, silice, aluminium).

1.3. L'ingestion du calcium et du phosphore

Par l'ingestion, les oiseaux tirent le calcium et le phosphore à partir des différentes sources de matières minérales et organiques. Ces sources peuvent être naturelles (sources "biologiques") ou artificielles (phosphates mono-, bi-, et tricalcique).

2. L'absorption digestive du calcium et du phosphore

2.1. Mécanismes d'absorption

Chez la volaille, le calcium est essentiellement absorbé au niveau de l'intestin grêle de manière active dans le duodénum et passive dans le jéjunum.

Dans le duodénum, le passage du calcium de la lumière intestinale vers le sang se fait en trois temps : le passage de la bordure en brosse de la cellule, la migration dans le cytoplasme vers la membrane basale et le franchissement de la membrane basale. Cette absorption active se fait grâce à une protéine appelée protéine de WASSERMAN ou la Ca-BP (Calcium Binding Protein) dont la synthèse dépend d'un dérivé actif de la vitamine D₃, la 1,25 dihydroxycholécalférol (1,25(OH)₂D₃). Elle complexe le calcium et le rend ainsi transportable (WASSERMAN et coll. cités par DUMAS, 1974).

Quant au phosphore inorganique (phosphates) ou organique (phosphoprotéines, phytates, phospholipides, etc.), il est absorbé au niveau du jéjunum et la 1,25(OH)₂D₃ stimule cette absorption.

Vu les nombreux travaux réalisés sur la nature du phosphore alimentaire, il est important d'envisager les facteurs pouvant affecter la biodisponibilité du phosphore chez les oiseaux.

2.2. Facteurs de variation de l'absorption du phosphore

2.2.1. L'âge et l'état physiologique

L'âge :

Avec l'âge, la perméabilité du tube digestif se réduit. Ainsi, le phosphore d'une même ration est mieux absorbé par un jeune animal en croissance que par un animal adulte à l'entretien.

L'état physiologique :

L'intégrité de la muqueuse intestinale et son bon fonctionnement sont très importants pour l'absorption du phosphore. Ainsi, l'état des réserves osseuses influe également les besoins en phosphore. Un état de déplétion préalable de l'animal entraîne une rétention du phosphore et non pas l'absorption intestinale.

2.2.2. Les facteurs alimentaires

Les autres constituants de la ration peuvent influencer considérablement l'utilisation du phosphore. C'est le cas de la Vit. D qui agit sur l'absorption du calcium et du phosphore; du rapport phosphocalcique, car un rapport trop faible se traduit par une mauvaise absorption du phosphore et du magnésium. Les excès de magnésium tendent à diminuer l'utilisation du calcium et du phosphore (I.N.R.A., 1989).

2.2.3. Les sources de phosphore

* les phosphates inorganiques

Les résultats obtenus par **GILLES et al.** (1951) montrent que seul le phosphate grossier est légèrement moins bien utilisé que les produits finement divisés et amorphes.

Selon **FARDEAU** cité par **THIONGANE** (1982), les orthophosphates purs (calcique, sodique, potassique) sont tous bien absorbés. En revanche, les métaphosphates et les formes polymérisées (pyrophosphate) sont en général mal utilisés.

La cristallisation influence considérablement l'utilisation du phosphore. Les différences observées entre les phosphates bi-calciques anhydres et hydratés, seraient dues à une moindre solubilité de la forme anhydre (EDWARD, 1958).

Les différences observées dans la nature des produits jouent donc un rôle très important dans l'absorption du phosphore.

* le phosphore phytique

Le traitement thermique lors de la formulation de l'aliment joue un rôle important. L'inactivation de la phytase végétale par la chaleur prend de l'importance (50 p.100) à partir de 70°C, elle est de 90 p.100 vers 72°C (COURTOIS, 1947).

3. La distribution du calcium et du phosphore dans l'organisme

Le squelette constitue la principale réserve du calcium et du phosphore dans l'organisme. Près de 90 p.100 du calcium et 80 à 85 p.100 du phosphore se trouvent localisés dans les os. Ces deux éléments se trouvent associés dans la substance minérale sous forme d'hydroxyapatite $[(Ca)_{10}(PO^3)_6(OH)_2]$.

En dehors du squelette, le calcium et le phosphore se présentent à l'état d'ion dans les compartiments liquidiens en particulier dans le plasma où ils se trouvent en équilibre de diffusion avec les ions Ca^{2+} et PO_4H^- de la couche superficielle du squelette.

Ces deux sites de distribution constituent des réserves pour l'organisme. En cas d'apport insuffisant, il n'y a pas d'altération immédiate des performances, l'animal utilisant ses réserves. Par contre, un apport même excessif à un animal ayant épuisé ses réserves ne permettra pas d'obtenir rapidement un résultat positif (PARIGI-BINI, 1986).

4. Excrétion du phosphore et du calcium

D'après KOLB (1975) cité par DJIDOHOUN (1995), les composés calciques faiblement solubles ou insolubles sont surtout éliminés au niveau de l'intestin et se trouvent dans les fientes.

Le dépôt, la mobilisation et l'excrétion du calcium et du phosphore sont contrôlés par la parathormone (PTH), la calcitonine (CT) et la vitamine D (Vit. D).

5. Régulation endocrinienne du métabolisme phosphocalcique

5.1. Rôle de la parathormone (PTH)

En cas d'hypocalcémie (carence ou besoin intense de calcium), plusieurs mécanismes de contrôle d'origine hormonale sont mis en oeuvre (fig.2).

L'hypocalcémie est à l'origine de la sécrétion de PTH, hormone peptidique d'origine parathyroïdienne.

La PTH entraîne une résorption par activation de l'ostéolyse par les ostéoclastes. Cette action de la PTH sur les os se traduit par une libération de calcium ionisé provenant des cristaux d'hydroxyapatite. Il s'en suit également une libération d'ions phosphates.

Aussi, la PTH favorise la résorption tubulaire du calcium tout en augmentant l'élimination urinaire des ions phosphates par inhibition de la réabsorption.

Par ailleurs, la PTH favorise la synthèse rénale de la 1,25 dihydroxycholécalférol ($1,25(OH)_2D_3$) dérivé actif de la Vit. D qui stimule l'absorption intestinale du Ca.

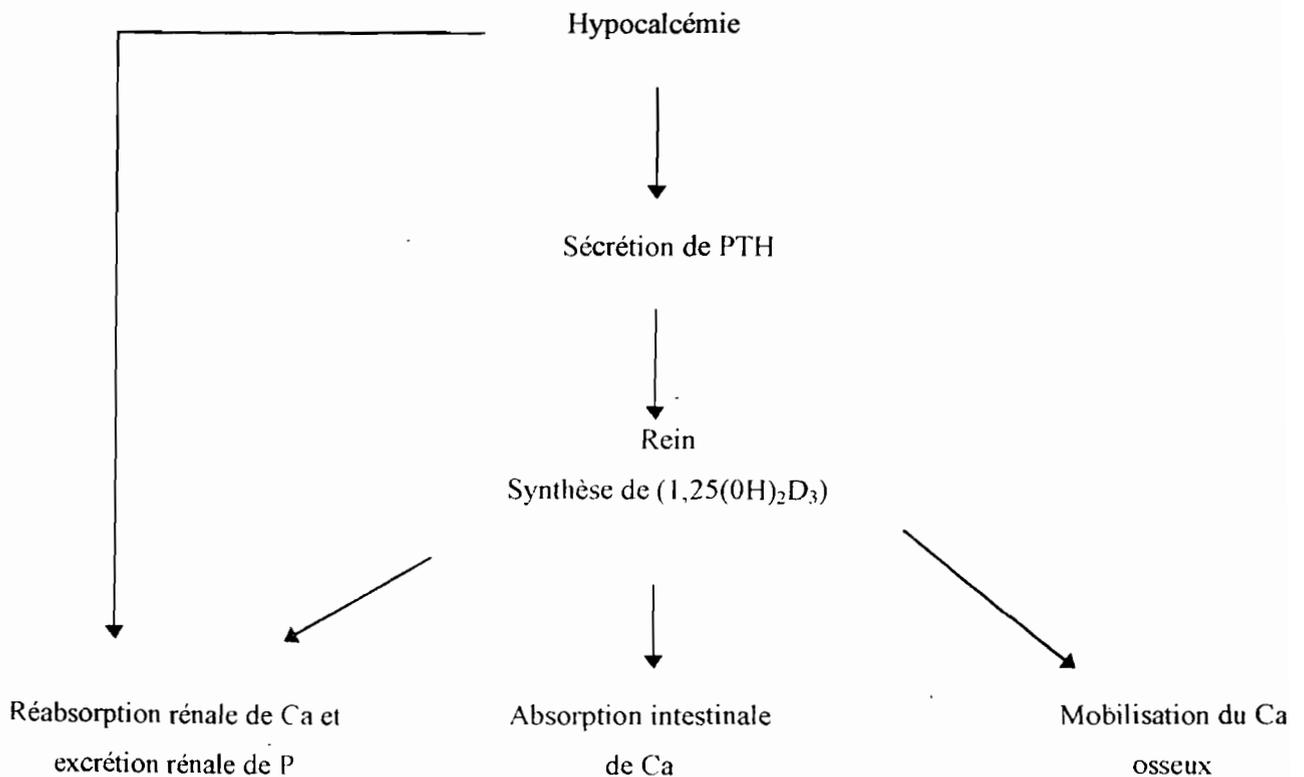


Figure 2 : Rôle de la PTH dans la régulation du métabolisme phosphocalcique

(LARBIER et al., 1992)

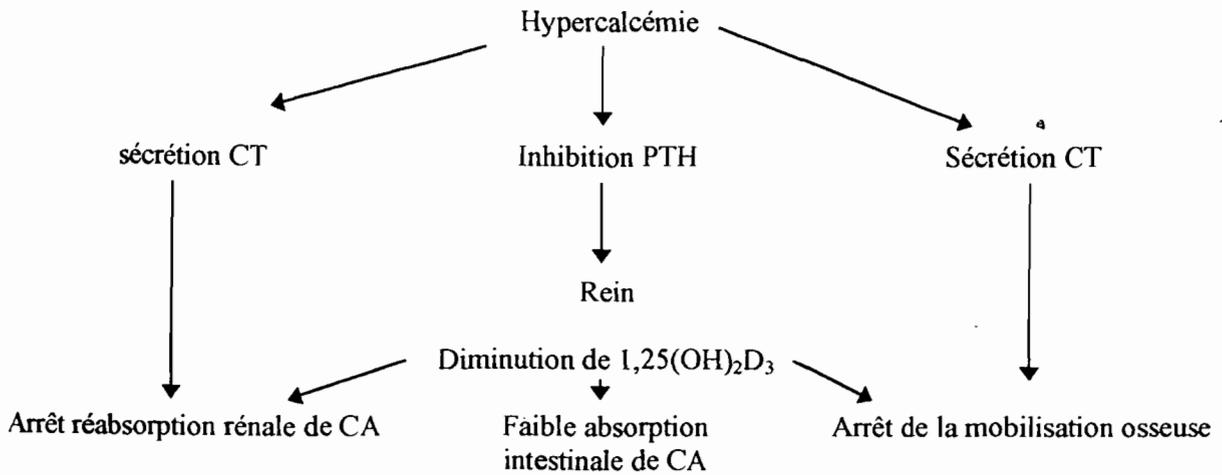


Figure 3 : Rôle dans la régulation de la calcémie (LARBIER et al., 1992).

La phosphatémie est donc peu modifiée par la PTH puisqu'il y a superposition d'un effet hypophosphatémiant (excrétion rénale) et d'un effet hyperphosphatémiant (mobilisation osseuse, absorption intestinale).

5.2. Rôle de la calcitonine (CT)

La CT est une hormone polypeptidique d'origine ultimobranchiale qui est formée de 32 acides aminés.

En cas d'hypercalcémie chez le poulet de chair, la CT inhibe l'ostéolyse et par conséquent la libération du Ca. Elle augmente l'excrétion rénale du Ca, des PO_4 et inhibe la synthèse rénale de la $1,25(OH)_2D_3$ comme l'illustre la fig. 3.

5.3. Rôle de la vitamine D (Vit. D)

La Vit. D appartient au groupe des stérols dont les représentants majeurs sont la Vit. D_2 (ergocalciférol) d'origine végétale, et la Vit. D_3 (cholécalfiférol) d'origine animale (PARIGI - BINI, 1986).

Chez la volaille, la Vit. D_3 est dix fois plus active que la Vit. D_2 qui seraient dépourvues de toute activité (LAPRAS, 1978).

La Vit. D en tant que telle n'est pas active dans la régulation de la calcémie, il faut qu'elle soit métabolisée (fig. 4).

La $1,25(OH)_2D_3$ est responsable de l'absorption active du calcium au niveau intestinal. Du point de vue mécanisme d'action, la $1,25(OH)_2D_3$ se fixe sur un récepteur de l'entérocyte

(siège du transport actif) pour déterminer la fonction d'une ARN messenger et la synthèse de la Ca-BP. Celle-ci permet le transport du Ca et son absorption digestive, elle favorise aussi l'absorption du P (fig.4).

Au niveau du squelette, la $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ intervient indirectement dans la mobilisation du Ca osseux en ayant un rôle permissif vis-à-vis de la PTH.

Sur les reins, la $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ favorise la réabsorption du Ca et du P.

La Vit. D est donc une hormone hypercalcémiante et hyperphosphatémiante.

6. Rôles du calcium et du phosphore dans l'organisme

L'action du Ca est en général liée à celle du P. Ils jouent deux rôles fondamentaux dans l'organisme :

- un rôle plastique dans l'édification du squelette;
- un rôle métabolique;

. le Ca intervient dans plusieurs fonctions notamment la régulation de l'excitabilité musculaire, l'entretien de l'automatisme cardiaque, la coagulation sanguine (le Ca joue le rôle de facteur IV);

. le P joue un rôle catalytique par ses multiples interventions au cours du métabolisme et de l'activité enzymatique. En effet, le P est un constituant de la Vit. B1 (Thiamine pyrophosphate) qui intervient dans la décarboxylation oxydative de l'acide pyruvique. Il intervient également dans les réactions de phosphorylation et de déphosphorylation régulant ainsi les phénomènes d'absorption intestinale et de construction musculaire.

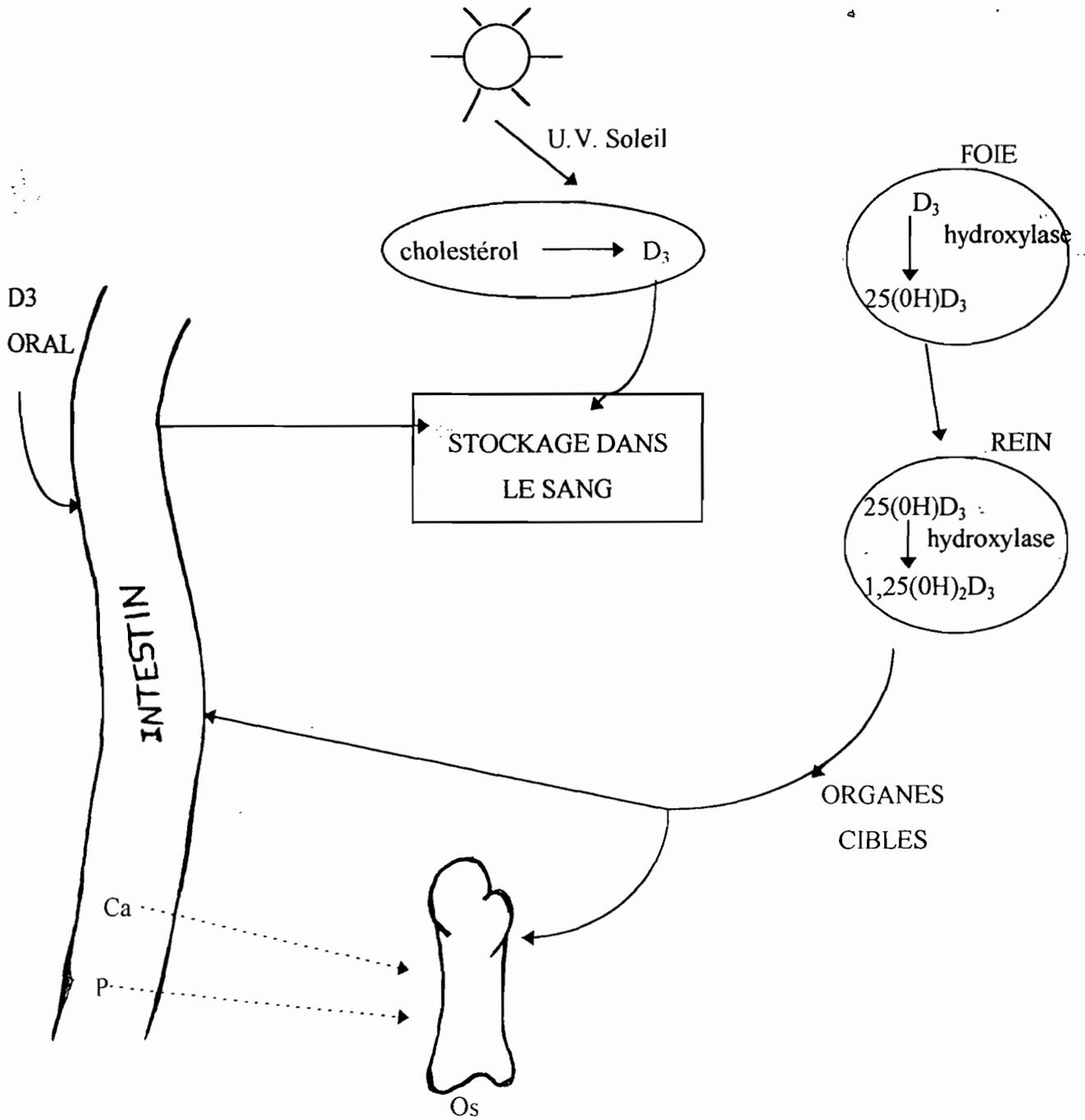


Figure 4 : Production et activité de la vitamine D (PARIGI - BINI, 1986)

DEUXIEME PARTIE :
ETUDE EXPERIMENTALE

Chapitre I : MATERIEL ET METHODES

L'étude a été menée du 18 Mars au 04 Mai 1996 au service de Zootechnie-Alimentation de l'E.I.S.M.V. de Dakar.

1. Matériel

1.1. Les animaux

L'expérimentation a porté sur 148 poulets de chair (mâles et femelles) de souche ross 208 âgés de 13 j provenant de la Sénégalaise de Distribution du Matériel Avicole (SE.DI.M.A.).

1.2. Matériel d'élevage

1.2.1. Habitat

Une poussinière a été aménagée dans un local du service de Zootechnie-Alimentation de l'E.I.S.M.V. pour la circonstance. Pour le contrôle des performances zootechniques, la poussinière a été élargie et divisée en 4 compartiments de 2,5 m² chacun par des claies d'une hauteur de 1 m.

Ces cloisons sont soutenues à leur base par des briques et à une extrémité par des vieilles armoires du service. L'autre extrémité est soutenue par le mur du local. L'aération se fait par ventilation statique. Les températures (°C) de la salle ont été relevées quotidiennement grâce à un thermomètre mural; elles étaient en moyenne du 14ème au 48ème jour de :

* 6 heures : 25,3±1;10 °C

* 13 heures : 26,5±0,99 °C

* 19 heures : 26,37±1,23 °C

1.2.2. Matériel d'alimentation

Le matériel est composé de :

- mangeoires métalliques fabriquées localement de dimensions réduites (93 cm x 7 cm x 4 cm) utilisées du 14ème au 27ème jour;

- mangeoires métalliques de plus grandes dimensions (94 cm x 15 cm x 7 cm) utilisées du 28ème au 48ème jour;
- d'abreuvoirs en plastique de type xyphoïde de 3 litres du 14ème au 48ème jour.

1.2.3. Aliments

Pendant les deux premières semaines (1er au 13ème j), les poussins ont été nourris avec l'aliment de démarrage fabriqué par la SENTENAC.

La phase expérimentale proprement dite comprend une phase de démarrage (14ème au 27ème j) et une phase de croissance-finition (28ème au 48ème j).

Du 14ème au 27ème jour, un aliment dit de démarrage a été utilisé. Il a été formulé et mélangé au niveau du laboratoire de Zootechnie-Alimentation. Les rations I, II, III et IV correspondant aux différents lots ne diffèrent entre elles que par le niveau d'apport en phytases fongiques.

La phytase ajoutée dans l'aliment est extraite d'*Aspergillus ficuum* (NATUPHOS). Elle est produite par un laboratoire allemand (BASF-aktiengesellschaft). Elle est obtenue selon la méthode décrite par SIMON et al. (1990). C'est un produit lyophilisé de couleur jaunâtre conservé à +4°C dont l'activité est de 5.000 U par gramme d'enzyme. Nous avons incorporé : 0; 500; 750 et 1.000 U/kg d'aliment, ce qui correspond à : 0; 0,1; 0,15 et 0,2 g/kg d'aliment respectivement pour les lots I, II, III et IV.

A partir du 28ème jusqu'au 48ème jour, un aliment préparé dans les mêmes conditions que précédemment et dit de croissance-finition a été distribué. Le tableau VIII indique la composition centésimale des aliments de démarrage et de croissance-finition.

Tableau VIII : Composition des aliments utilisés au démarrage (14ème - 27ème j) et en croissance-finition (28ème - 48ème j).

Ingrédients	Taux d'incorporation	
	Démarrage (14ème - 27ème j)	Croissance-finition (28ème - 48ème j)
Sorgo blanc	67	68
Son de riz	5	5
Tourteau d'arachide	17	18
Farine de poisson	9	7
Carbonate de calcium	1	1
Lysine	0,5	0,5
Méthionine	0,25	0,25
CMV	0,25	0,25

Aucune source de phosphore minéral n'est apporté

L'aliment se présente sous forme de farine de granulométrie différente selon la période.

1.3. Matériel de laboratoire

Le matériel de laboratoire est varié et comprend :

- un congélateur;
- des étuves universelles;
- un bain-marie;
- un four à moufle réglable à 550°C;
- des creusets en porcelaine;
- un dessiccateur contenant l'absorbant universel;
- des filtres sans cendre;
- des lames et manches de scalpel;
- une balance de marque chinoise de 50 g de précision;
- une balance électronique "Tefal";
- une balance de marque Mettler P₂₀₀₀ (0,001 g à 2.000 g);
- des mortiers en fer;
- un spectrophotomètre

2. Méthodes

La phase pré-expérimentale a duré 13 jours. Les poussins étaient élevés ensemble au sol avec une litière composée de copeaux de bois. Des ampoules de 100 W ont été installées pour le chauffage.

2.1. Répartition des poulets en lots

Au 14^{ème} jour, les jeunes poulets sont pesés individuellement puis répartis au hasard sans distinction de sexe dans les quatre compartiments de 2,5 m² de surface. Ces lots sont identifiés comme suit :

lot I : 37 sujets

lot II : 37 sujets

lot III : 37 sujets

lot IV : 37 sujets

2.2. Alimentation et abreuvement

Les aliments sont pesés avant d'être distribués à raison de 3 repas par jour, le matin à 6 heures, l'après-midi à 13 heures, et le soir à 19 heures pendant toute la phase expérimentale. Chaque lot reçoit la ration qui lui est propre. La consommation alimentaire hebdomadaire est déterminée en faisant la différence entre la quantité distribuée et la quantité non ingérée après 7 jours consécutifs.

La consommation d'aliment et d'eau a été faite à volonté.

2.3. Pesée des volailles et détermination du rendement carcasse

Les oiseaux sont pesés individuellement toutes les semaines à jeun.

Au 48ème jour, 10 poulets (5 mâles et 5 femelles) sont choisis au hasard dans chaque lot, pesés et abattus pour la détermination du rendement carcasse.

2.4. Prélèvement des tibias

A la fin de l'expérience (48ème jour), 5 poulets de chaque lot ont été sacrifiés par saignée, plumés, les muscles de la cuisse incisés à l'aide d'un scalpel, les tibias ainsi mis à nu ont été prélevés. Les longueurs ont été mesurées, puis les teneurs en cendres, en calcium et en phosphore ont ensuite été déterminées.

2.5. Contrôle sanitaire

Du 1er au 48ème jour, le programme de prophylaxie indiqué dans le tableau IX a été suivi.

Tableau IX : Calendrier de prophylaxie

Age	Produits	Indications	Voie d'administration	Mode d'emploi
Avant l'arrivée des poussins	Formol	Désinfection		Lavage Désinfection Vide sanitaire de 15 jours
1er, 2ème, 3ème j	Néoterramycine Pantisol	Anti-infectieux Antistress	Eau de boisson Eau de boisson	0,5 g/l d'eau 1 g/l d'eau
4ème j	HB ₁ Pantisol	Vaccin contre la Newcastle Antistress	Eau de boisson Eau de boisson	1 l/100 doses 1 g/l d'eau
11ème j	Pantisol	Antistress	Eau de boisson	1 g/l d'eau
12ème j	Bursa-vac Pantisol	Vaccin contre la Gumboro Antistress	Eau de boisson Eau de boisson	9,5 g/l d'eau 1 g/l d'eau
13ème, 14ème, 15ème j	Néoterramycine Pantisol	Anti-infectieux Antistress	Eau de boisson Eau de boisson	0,5 g/l d'eau 1 g/l d'eau
17ème, 18ème, 19ème, 20ème j	Amprolium 20 p.100	Anticoccidien	Eau de boisson	0,6 g/l d'eau
23ème j	HB ₁ Compaid	Vaccin contre la Newcastle Antistress	Eau de boisson Eau de boisson	1 l d'eau/100 doses 0,3 g/l d'eau
27ème, 28ème j	Néoterramycine	Anti-infectieux	Eau de boisson	0,5 g/l d'eau
29ème j	Néoterramycine Compaid	Anti-infectieux Antistress	Eau de boisson Eau de boisson	0,5 g/l d'eau 0,3 g/l d'eau
35ème, 36ème j	Compaid	Antistress	Eau de boisson	0,3 g/l d'eau

2.6. Analyses

2.6.1. Humidité ou teneur en eau

La teneur en eau d'un aliment est par convention, la perte de masse qu'il subit en étant maintenu dans des conditions déterminées de dessiccation à 105°C pendant 4 heures dans une étuve à séchage.

Dans le cas des matières fécales et des os, une prédessiccation se fait d'abord à 70°C pendant 24 heures puis la température est montée à 105°C pendant 3 à 4 heures, c'est-à-dire avoir un poids constant.

Le pourcentage de matières sèches est déduit de la matière fraîche par calcul, connaissant l'humidité.

2.6.2. Teneur en cendres brutes

Les cendres brutes sont les résidus obtenus après une incinération à 550±10°C de l'aliment et des os pendant 6 heures dans un four à moufle.

2.6.3. La matière azotée ou protéines brutes

L'azote totale est dosée par la méthode de KJELDHAL. L'échantillon d'appoint est minéralisé par l'acide sulfurique en présence de catalyseur (sulfate de potassium + selenium) puis dosé par la méthode semi-directe.

Le minéralisat est alcalinisé par une solution de soude (40 p.100). L'ammoniac libéré est entraîné par distillation et recueilli dans l'acide borique (4 p.100) puis titré par tour de l'acide sulfurique 0,1 N (H_2SO_4).

Pourcentage de protéine brute (x p.100)

$$x p.100 = \frac{V \times 1,4008 \times 6,25 \times 100}{m}$$

V : volume d' H_2SO_4 0,1 N délivré lors de la titration

1 ml H_2SO_4 0,1 N correspond à 1,4008 mg d'azote

1 g d'azote correspond à 6,25 g de protéine

m : poids de matière sèche de la prise d'essai

2.6.4. Taux de phosphore total

La détermination de la teneur en phosphore total des aliments se fait par colorimétrie.

L'échantillon est minéralisé par voie humide et mis en solution acide. La solution est traitée par le réactif vanado-molybdique. La densité optique de la solution jaune ainsi formée est mesurée au spectrophotomètre à 430 nm. La teneur en phosphore total sera déduite à partir d'une courbe d'étalonnage.

Pour le phosphore des tibias, les mêmes méthodes ont été utilisées à la différence que le dosage a été fait à partir des cendres.

2.6.5. Taux de calcium

Cette méthode est valable aussi bien pour les aliments que pour les os. Les cendres obtenues sont traitées par l'acide acétique (20 p.100) puis à l'oxalate d'ammonium (10 p.100) et le calcium est précipité sous forme d'oxalate de calcium.

Après dissolution du précipité dans l'acide sulfurique à 20 p.100, l'acide oxalique libéré est titré par une solution de permanganate de potassium 0,1 N.

Un ml de $KMnO_4$ (0,1 N) correspond à 2,004 mg de calcium.

La valeur de l'énergie métabolisable est déterminée par la méthode de PARENT et al. (1980).

2.7. Calculs

Les paramètres suivants ont été calculés :

a) Indice de consommation hebdomadaire =
$$\frac{\text{quantité d'aliment consommé parsemaine}}{\text{gain de poids par semaine}}$$

b) Rendement carcasse =
$$\frac{\text{Poids carcasse} \times 100}{\text{Poids vif}}$$

2.8. Analyses statistiques

L'ensemble de nos résultats est traité statistiquement à l'ordinateur MACINTOSH II en utilisant le logiciel "Stat View", le test utilisé est le test de Fischer au seuil de signification de 0,05.

Chapitre II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

1. Résultats

1.1. Composition chimique des aliments

Les analyses chimiques effectuées sur les deux types d'aliments ont donné les résultats suivants présentés dans le tableau X.

Tableau X : Composition chimique des aliments démarrage (14ème - 27ème j) et croissance-finition (28ème - 48ème j)

MATIERES NUTRITIVES	ALIMENT DEMARRAGE (14ème - 27ème j)	ALIMENT CROISSANCE - FINITION (28ème - 48ème j)
Matières sèches en p.100 de MF	89,11	89,59
Protéines brutes (p.100 de MS)	17,79	17,3
Phosphore (p.100 de MS)	0,31	0,43
Calcium (p.100 de MS)	1,1	1,08
Cendres brutes (p.100 de MS)	7,0	7,35
E.M. (kcal/kg de MS)	3085,11	2.994,78

1.2. La consommation alimentaire

La consommation alimentaire moyenne des oiseaux dans les quatre lots est indiquée dans le tableau XI et illustrée par la figure 5.

La consommation alimentaire augmente avec l'âge. Cependant, on note une diminution de la consommation à la 6ème et à la 7ème semaine dans les lots I, II et III. Les oiseaux du lot I ont tendance à consommer plus d'aliment que ceux nourris avec les rations supplémentées. La quantité totale d'aliment consommée par poulet est de 2.855,61 g; 2.613,05 g; 2.841,5 g et 2.772,47 g respectivement pour les lots I, II, III et IV.

Tableau XI : Influence des niveaux d'apport en phytase microbienne sur la consommation alimentaire hebdomadaire

Age (semaine)	Consommation alimentaire hebdomadaire (g/sujet)			
	Lot I	Lot II	Lot III	Lot IV
3	445,1	447,96	468,07	462,64
4	510,81	467,18	527,02	458,33
5	668,91	468,61	626,35	572,22
6	636,48	570,83	618,91	629,16
7	594,31	511,47	601,23	650,12
Total	2855,51	2613,05	2841,58	2772,47

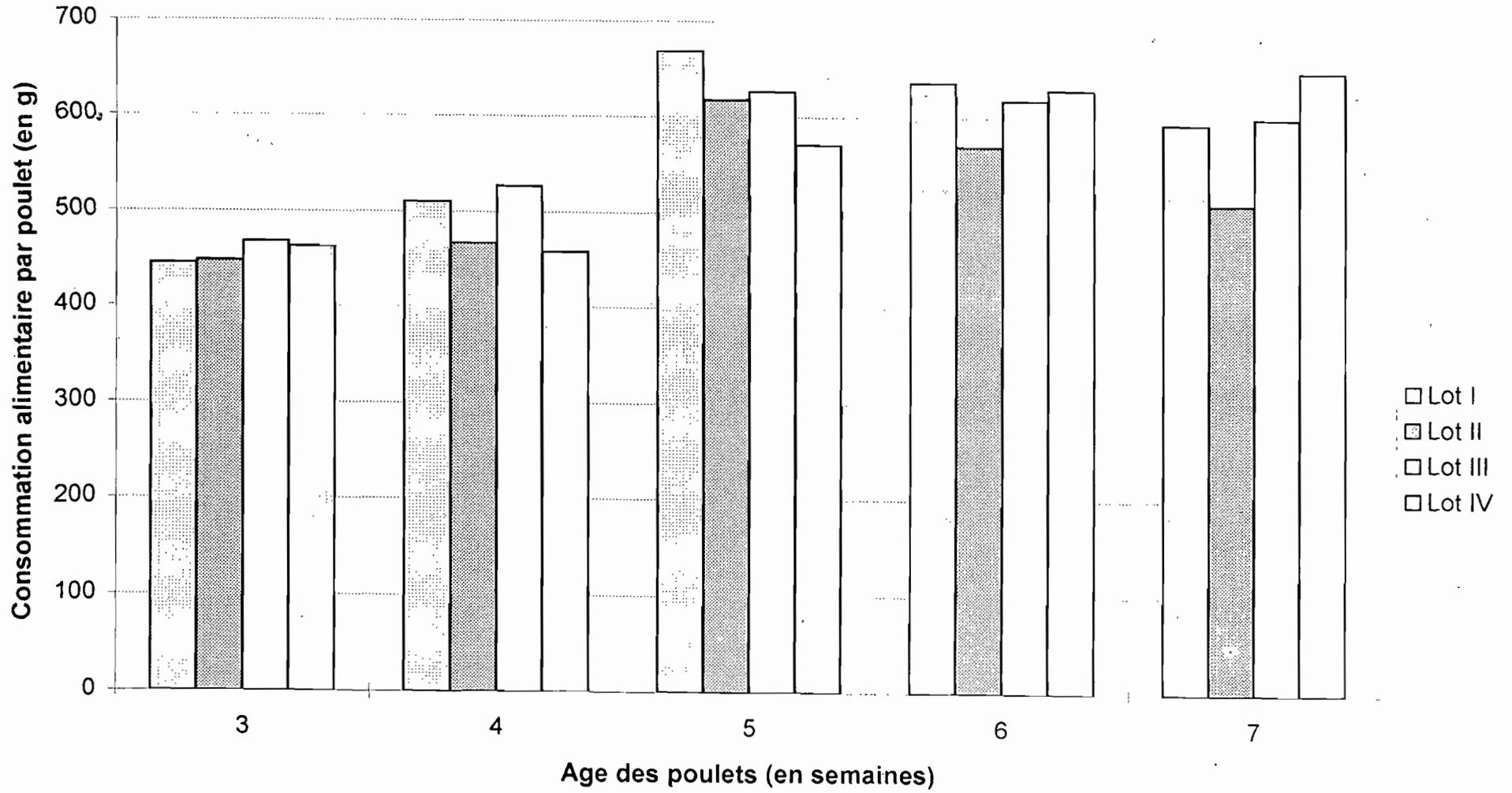


Figure 5 : Influence de différents niveaux de phytase microbienne sur la consommation alimentaire

1.3. Les performances de croissance

1.3.1. Evaluation pondérale

A la 2ème semaine d'âge, le poids initial des oiseaux des lots selon les traitements est de 309,40 g; 297,54 g; 303,27 g et 299,16 g respectivement pour les lots I, II, III et IV. L'analyse de variance indique qu'il n'y a aucune différence significative ($P>0,05$) entre les poids vifs moyens des différents lots. Ainsi ces lots peuvent être considérés comme identiques.

A la 7ème semaine d'âge, les rations ne produisent aucun effet significatif ($P>0,05$) sur le poids vif. Cependant, les oiseaux du lot IV sont les plus lourds.

Tableau XII : Influence des niveaux d'apport en phytase microbienne sur la croissance des poulets de chair.

Age (semaine)	Poids vif moyen (g/sujet)			
	Lot I	Lot II	Lot III	Lot IV
2	309,40±36,95	297,54±35,95	303,27±31,62	299,16±37,03
3	539,54±63,72	492,91±59,27	518,45±52,41	510,02±66,74
4	790,80±85,39	750,14±85,01	778,62±88,65	744,87±92,06
5	1096,29±121,03	1070,48±112,81	1074,15±116,41	1071,5±132,56
6	1297,47±182,34	1238,87±159,86	1290,28±151,38	1282,93±198,5
7	1456,94±182,34	1470,0±197,14	1499,21±170,30	1539,06±230,65

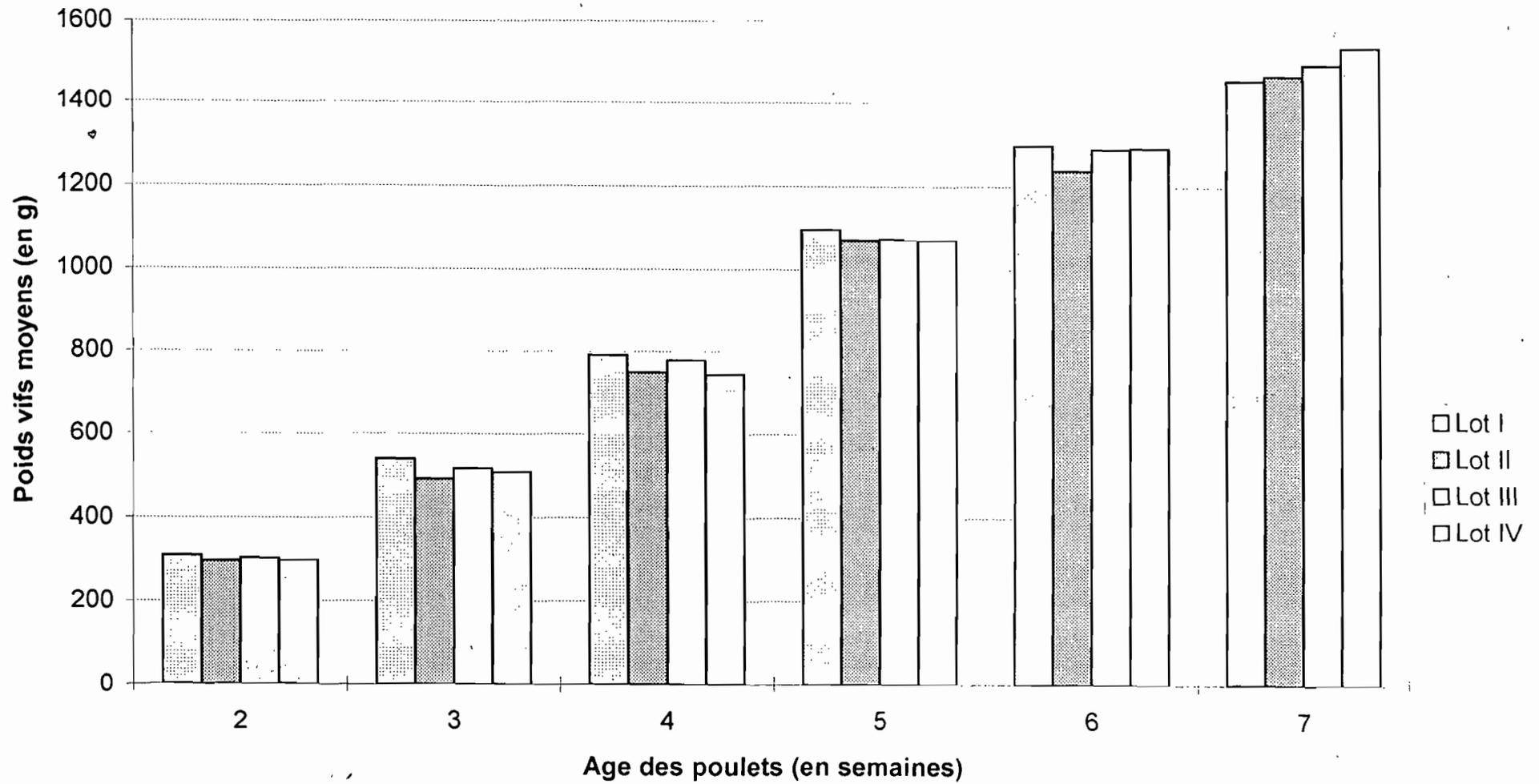


Figure 6 : Influence de différents niveaux de phytase microbienne sur la croissance

1.3.1.1. Le gain de poids hebdomadaire

A la quatrième semaine fin de la phase démarrage, nous avons remarqué que les oiseaux sous les rations 0; 500 et 750 U/kg grandissent plus vite que ceux nourris avec la ration contenant 1000 U/kg de phytase microbienne.

Pendant la phase croissance-finition de façon générale, les oiseaux du lot IV ont tendance à grandir plus vite que ceux des autres lots.

Les gains de poids hebdomadaires sont indiqués dans le tableau XIII et illustrés par la figure 7.

Tableau XIII : Influence des niveaux d'apport en phytase microbienne sur le gain de poids hebdomadaire

Age (semaine)	Gain de poids moyen (g/sujet)			
	Lot I	Lot II	Lot III	Lot IV
3	230,14	195,37	215,18	210,86
4	251,26	257,23	260,17	234,85
5	305,49	320,34	295,53	326,63
6	201,15	168,39	216,13	211,43
7	159,0	231,13	208,93	256,13

1.3.1.2. Le rendement carcasse

Les rendements carcasses obtenus sur poulets éviscérés sont consignés dans le tableau XIV.

Les meilleurs rendements obtenus sont 77,96 et 77,06 respectivement pour les lots IV et III.

L'analyse de variance montre que la différence n'est pas significative entre les lots ($P > 0,05$).

Tableau XIV : Influence des niveaux d'apport en phytase microbienne sur le rendement carcasse

	Lot I	Lot II	Lot III	Lot IV
Rendement carcasse (p.100)	73,30	76,27	77,06	77,96

40

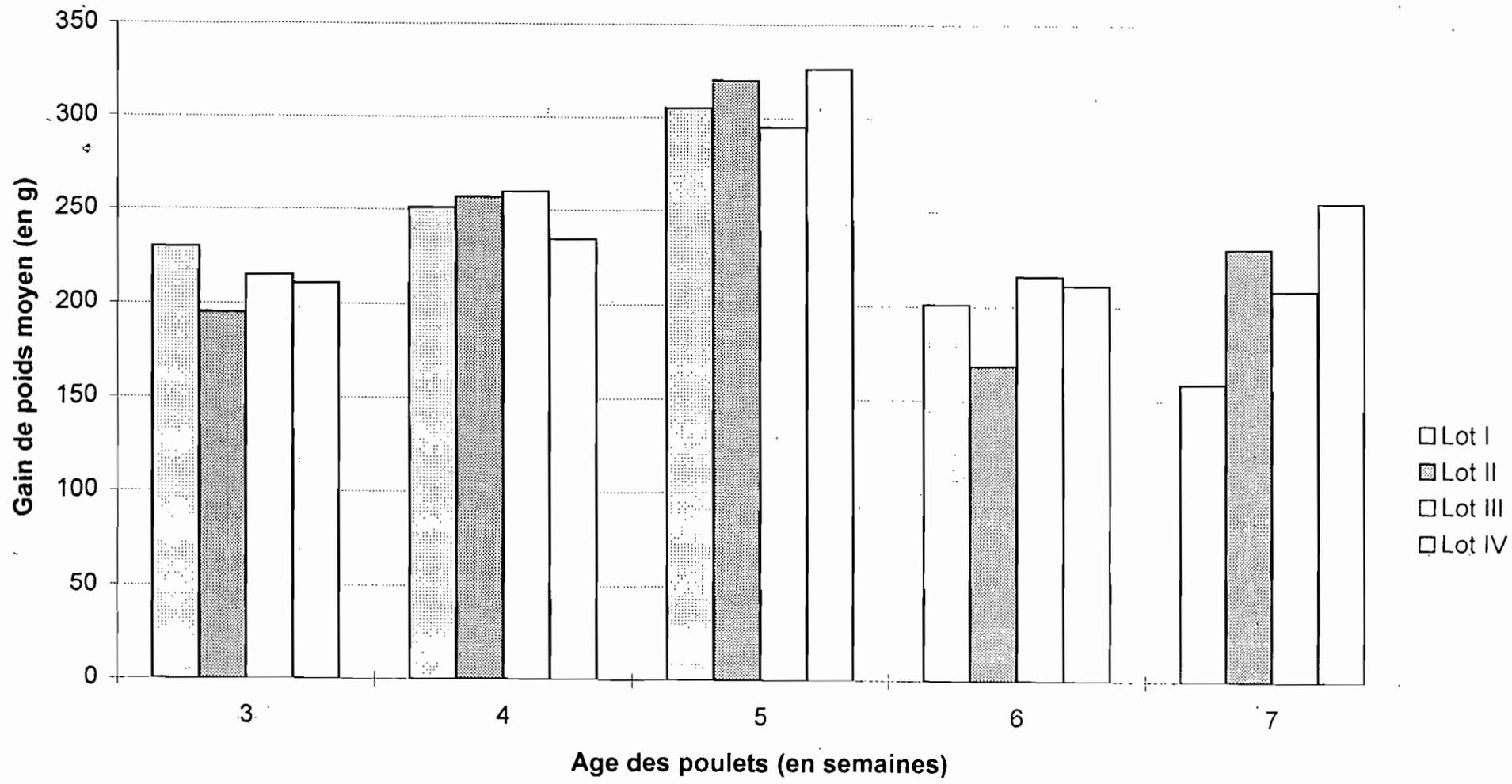


Figure 7 : Influence de différents niveaux de phytase microbienne sur le gain de poids hebdomadaire

1.3.2. Evaluation de l'indice de consommation pendant la croissance des poulets

Pendant la phase démarrage, nous avons noté une diminution de l'indice de consommation (IC) dans les lots II, III et IV, ce qui n'est pas le cas du lot I où l'IC a tendance à croître pendant toute la période expérimentale.

A la septième semaine, les meilleurs IC sont obtenus dans les lots II et IV avec respectivement 2,21 et 2,53.

L'analyse de variance entre les différents lots indique qu'il n'y a aucune différence significative ($P > 0,05$).

Durant le cycle de production, le meilleur IC est obtenu avec le lot IV. Il est de 2,27.

Tableau XV : Influence des niveaux d'apport en phytase microbienne sur l'indice de consommation

Age (semaine)	IC alimentaire par poulet			
	Lot I	Lot II	Lot III	Lot IV
3	1,93	2,29	2,17	2,19
4	2,03	1,80	2,02	1,95
5	2,18	1,93	2,11	1,75
6	3,16	3,38	2,86	2,97
7	3,73	2,21	2,87	2,53
Total	2,60	2,32	2,40	2,27

1.3.3. Influence des niveaux de phytase microbienne sur la longueur des os

La mesure de la longueur des tibias prélevés dans les différents lots montre que les os les plus longs sont ceux des lots III et IV avec respectivement 9,8 cm et 10,1 cm.

Le tableau XVI indique la longueur des tibias des différents lots.

Tableau XVI : Influence des niveaux d'apport en phytase microbienne sur la longueur des os

	Lot I	Lot II	Lot III	Lot IV
7ème semaine	9,5	9,52	9,8	10,1

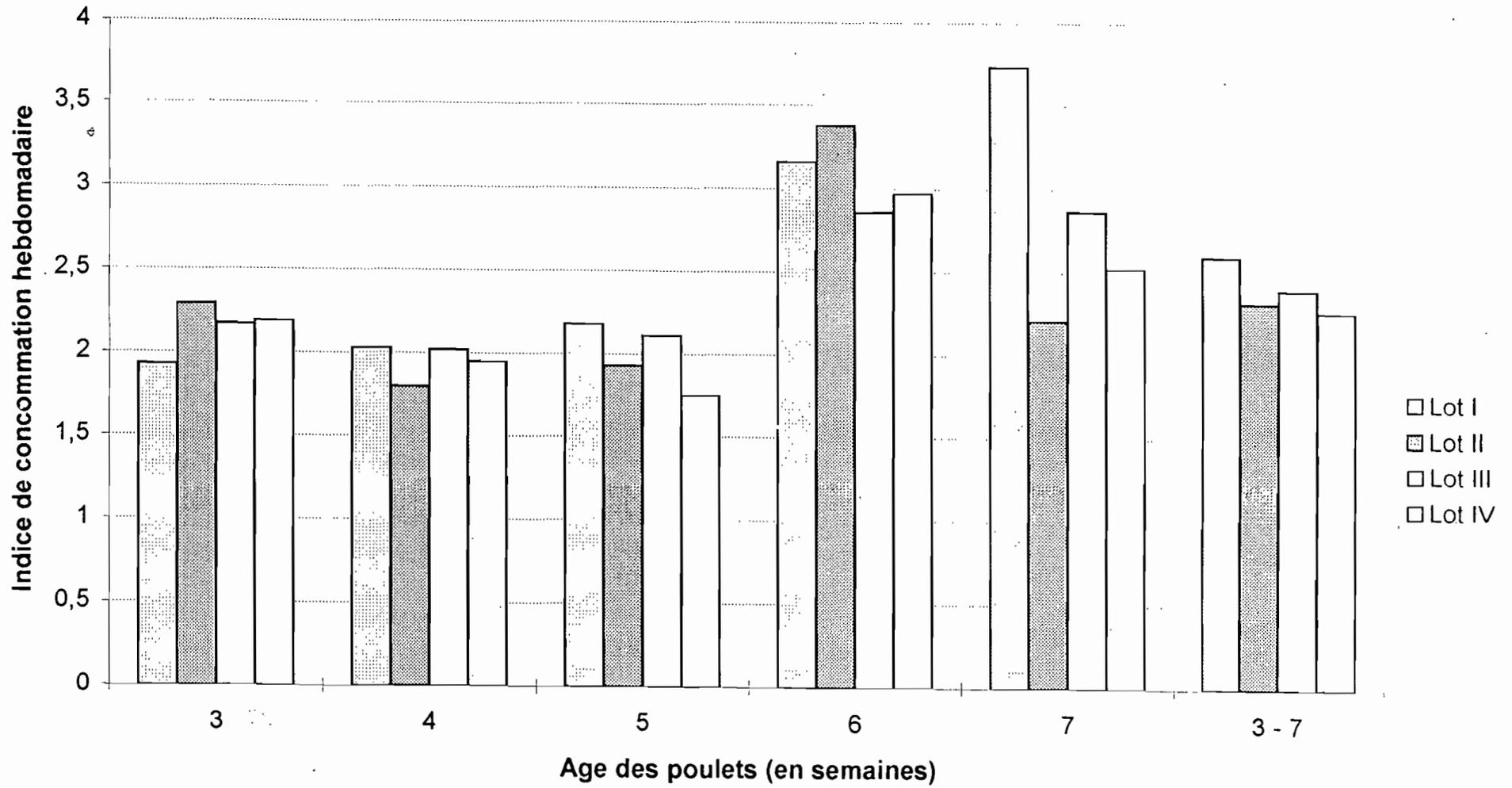


Figure 8 : Influence de différents niveaux de phytase microbienne sur l'indice de consommation hebdomadaire

1.4. La minéralisation osseuse

Les teneurs en cendres, calcium et phosphore sont indiquées dans le tableau XVII. Il ressort qu'à 7 semaines d'âge, les oiseaux des lots III et IV ont des teneurs élevées en cendres des tibias avec respectivement 42,45 p.100 et 44,18 p.100 contre 36,19 p.100 dans le lot I et 39,35 p.100 dans le lot II. Mais, cette différence n'est pas statistiquement significative ($P > 0,05$).

Quant au phosphore des tibias, sa teneur augmente avec le niveau de phytase. Elle est de 2,11 p.100; 4,97 p.100; 6,07 p.100 et 9,79 p.100 respectivement pour les rations contenant 0; 500; 750 et 1000 unités d'enzyme par kg d'aliment. La composition des tibias en phosphore est significative ($P < 0,05$). Pour le calcium, les lots III et IV ont des teneurs plus faibles que les lots I et II, elles sont de 12,37 p.100; 12,28 p.100; 10,84 p.100 et 10,28 p.100 respectivement pour les lots I, II, III et IV.

Tableau XVII : Influence des niveaux de phytase microbienne sur les teneurs en cendres, en calcium et en phosphore des tibias des différents lots de poulet.

		Lot I	Lot II	Lot III	Lot IV
Cendres (p.100 de MS)		36,19	39,35	42,45	44,18
Calcium	p.100 de MS	12,37	12,28	10,84	10,28
	p.100 de cendres	23,26	21,61	16,43	15,10
Phosphore	p.100 de MS	2,11	2,97	6,07	9,79
	p.100 de cendres	4,08	8,76	9,21	14,30

2. Discussions

2.1. Critiques de la méthode

- Densité :

La densité des poulets est de 15 sujets par m². Cette valeur est supérieure à celle proposée par PARENT et al. (1989) qui est de 10 à 12 par m². Par contre, elle est inférieure à celle pratiquée par SCHWARZ et al. (1987) qui va jusqu'à 26 oiseaux par m² et celle de GABWE (1993) avec 24 poulets par m² dans les mêmes conditions climatiques que d'étude.

Cette densité élevée aurait pu constituer un facteur de stress qui peut avoir une influence sur nos résultats.

- Aération :

Les fenêtres situées sur un seul côté ne permettent pas une bonne aération de la salle. Aussi, étant parallèles au sens des vents dominants, elles ne sont pas favorables à la ventilation.

- Alimentation :

Le mélange fait à la main ne permet pas toujours d'obtenir des rations les plus homogènes possibles de manière à ce que chaque oiseau ingère par jour des quantités phytasiques envisagées dans notre protocole.

2.2. Discussion des résultats

2.2.1. Influence des niveaux de phytase microbienne sur la consommation alimentaire et l'indice de consommation.

D'une manière générale, les résultats font apparaître qu'avec l'âge, la consommation alimentaire hebdomadaire augmente sauf à la sixième et à la septième semaine où elle régresse pour les lots I, II et III. Cela pourrait s'expliquer par une légère restriction alimentaire que nous avons imposé aux oiseaux au cours des deux dernières semaines.

Par ailleurs, la consommation alimentaire des poulets des différents lots est inférieure à celle rapportée par l'**IEMVT** (1991) et **DJIDOHOUN** (1995).

Les teneurs faibles en phosphores des aliments seraient l'une des causes de la faible ingestion alimentaire des poulets des différents lots. Selon **LARBIER** et **LECLERQ** (1992) le phosphore est un stimulant de l'appétit chez les animaux en croissance et en production.

L'élévation de la température à la sixième et à la septième semaine pourrait également expliquer la baisse de la consommation alimentaire de nos oiseaux. Ces résultats font penser aux observations selon lesquelles les animaux des climats chauds consomment moins que ceux des pays tempérés.

RICHTER et al. (1993) rapportent que la phytase microbienne augmente la consommation alimentaire chez le poulet lorsque la ration est pauvre en phosphores inorganiques. Mais **PÉRNEY** et al. (1993) trouvent qu'aux doses faibles, la phytase microbienne n'influence pas de manière significative la consommation alimentaire.

Concernant l'indice de consommation, la plus faible valeur obtenue avec la ration IV durant le cycle de reproduction est supérieure à celle obtenue par **VIA FRANK** (1993) pour la même durée de production avec la même souche. Cet indice est inférieur aux 2,83 trouvés par **HABYARIMANA** (1994) au Sénégal dans les élevages en milieu réel.

A la 6^{ème} et à la 7^{ème} semaine, nous avons observé des indices de consommation élevés avec les rations I et II. Or, **FARREL et al.** (1993) rapportent que l'addition de phytase à une ration contenant 0,44 p.100 de phosphore disponible assure une meilleure efficacité alimentaire.

Ces indices de consommation s'expliqueraient par le fait que plus la quantité d'aliment distribué augmente, plus le gaspillage est important dans les différents lots.

2.2.2. Croissance et gain de poids moyen hebdomadaire

A la quatrième semaine, les oiseaux les plus lourds pèsent 790,80 g. Cette valeur est inférieure aux 1.087 g obtenus par **SIMONS et al.** (1990). Ces auteurs avaient utilisé une ration composée de maïs-soja supplémentée en phytase microbienne (750 U/kg) entre 0 et 4 semaines.

Durant notre étude, les meilleurs poids à 7 semaines d'âge sont obtenus avec les oiseaux des lots III et IV qui ont respectivement 1.499,21 g et 1.539,06 g. Ces valeurs sont inférieures à celle obtenue par **DJIDOHOUN** (1995) pour la même durée avec un niveau de 750 U/kg de phytase microbienne qui était de 1705 g. Ces poids sont supérieurs aux 1.240 g obtenus à 7 semaines d'âge par **HABYARIMANA** (1994).

Par rapport à l'apport de phytase, les poids vifs moyens obtenus sont le reflet de la consommation alimentaire et du niveau de phytase. En effet, **SIMON et al.** (1990), **SCHÖNER et HOPPE** (1992) rapportent que les phytases fongiques permettent d'assurer un gain de poids normal chez des poulets nourris sans phosphore minéral ajouté, la dose requise pour une performance maximale étant plus proche de 1000 que de 500 U/kg.

2.2.3. Rendement carcasse

Les meilleurs rendements carcasses obtenus dans notre étude sont supérieurs aux 71,43 obtenus par **VIA FRANK** (1995) à 7 semaines d'âge avec la même souche de poulet, mais une ration contenant 26,65 p.100 de protéines brutes.

Les meilleurs rendements carcasses obtenus chez les poulets nourris avec les rations III et IV peuvent trouver leur explication dans l'augmentation de l'utilisation digestive des protéines. En effet, **FARREL et al.** (1993); **MROZ et al.** (1994) rapportent que l'addition de la phytase microbienne à une ration entraîne une diminution de l'excrétion azotée.

Il est **donc** possible que l'addition de la phytase microbienne à la ration pour poulets de chair assure **une** meilleure efficacité protidique.

2.2.4. La minéralisation osseuse

Les résultats de notre étude montrent que la supplémentation alimentaire en phytases fongiques assure une bonne minéralisation osseuse. Nos meilleures teneurs en cendres 42,45 p.100 et 44,18 p.100 sont supérieures aux 41,18 p.100 obtenus par **NELSON** (1971) à partir d'une ration à faible niveau de phosphore et 950 U/kg d'aliment.

Ces résultats confirment ceux déjà rapportés par **VOGT** cité par **RICHTER** (1993) selon lesquels la teneur en cendres est élevée lors d'une supplémentation phytasique.

Les teneurs élevées en phosphore et faibles en calcium en fonction des niveaux phytasiques sont en contradictoire avec les observations de **SAUVEUR** (1994) qui affirme qu'on ne peut pas obtenir une minéralisation osseuse maximale par usage exclusif de phytase microbienne sans ajout de phosphore minéral.

CONCLUSION

Quinze ans après la grande sécheresse des années 80, la famine demeure un fléau majeur pour le continent africain. La lutte contre ce déficit en protéine d'origine animale passe par l'exploitation judicieuse des espèces à cycle court dont la volaille.

De nos jours, l'aviculture moderne connaît un essor remarquable grâce d'une part à la maîtrise des grandes pathologies aviaires et d'autre part à la meilleure connaissance de l'alimentation dont la base est constituée de céréales et de tourteaux qui représentent environ 90 p.100 du taux d'ingrédients. Ces matières premières sont riches en phosphores non assimilables par les monogastriques jusqu'à 70 p.100 du total.

La découverte en 1971 par NELSON aux Etats-Unis de la phytase extraite de champignons permet l'utilisation du phosphore phytique par les porcs et les volailles. En hydrolysant les phytates, les phytases augmentent la digestibilité du phosphore alimentaire, elles permettent aussi de diminuer la quantité de phosphore minéral ajouté dans la ration et de réduire ainsi la dépendance économique des fabricants d'aliments.

L'idée et la pratique d'ajouter les phytases microbiennes à la ration se sont répandues en Europe et en Amérique, ce qui n'est pas le cas pour le continent africain.

C'est la raison pour laquelle nous avons jugé nécessaire d'approfondir l'étude entreprise l'année dernière au niveau du service de Zootechnie-Alimentation de l'EISMV sur les effets de la supplémentation alimentaire en phytase microbienne (*Aspergillus niger*) sur les performances zootechniques sur le poulet de chair en zone tropicale sèche, zone où la carence en phosphore constitue un handicap majeur au développement de l'élevage.

Notre expérience a porté sur 148 poulets de chair de souche "rosse 208" âgés de 13 jours au départ pesant en moyenne 309,40 g; 297,54 g; 303,27 g et 299,16 g respectivement pour les lots I, II, III et IV.

Les oiseaux ont été répartis en quatre lots de 37 recevant chacun du 14ème au 27ème jour un aliment dit de démarrage et du 28ème au 48ème jour, un aliment dit de croissance-finition.

Les rations I, II, III et IV correspondant aux différents lots ne diffèrent entre elles que par le niveau d'apport en phytases : 0; 500; 750 et 1.000 U/kg d'aliment respectivement pour les lots I, II, III et IV.

Au cours de nos essais, nous avons procédé à une évaluation hebdomadaire de la consommation alimentaire, de l'indice de consommation, du poids vif et du gain de poids.

Au 48ème jour d'âge, les rendements carcasses ainsi que les teneurs en cendres, en calcium et en phosphore des tibias ont été déterminés.

Les résultats obtenus sont les suivants :

1.- Durant le cycle de production, les oiseaux du lot I ont tendance à consommer plus d'aliment que ceux des trois autres lots. La quantité totale d'aliment consommée par poulet est de 2.855,61 g; 2.613,05 g; 2.841,58 g; 2.772,47 g respectivement pour les lots I, II, III et IV. Mais la différence entre ces différents niveaux de consommation n'est pas significative ($P > 0,05$).

Le meilleur indice de consommation est obtenu sur les poulets soumis à la ration contenant 1.000 U/kg de phytase, soit 2,27 pour le lot IV; 2,32 pour le lot II; 2,40 pour le lot III et 2,60 pour le lot I.

2.- Les poulets les plus lourds pèsent 1.539,06 g et 1.499,21 g respectivement dans les lots IV et III. La différence entre les poids vifs dans ces lots n'est pas significative ($P > 0,05$). Durant la phase de démarrage, les oiseaux des lots I, II et III ont eu tendance à grandir plus vite que ceux du lot IV. Pendant la phase croissance-finition, la tendance s'est inversée. Car, les poulets du lot IV ont montré les meilleures performances de croissance.

3.- Les meilleurs rendements carcasses sont obtenus avec les poulets soumis aux rations IV et III avec respectivement 77,96 et 77,06. L'analyse de variance entre les différents lots n'est pas significative ($P > 0,05$).

4.- La longueur des os mesurée au 48ème jour montre que les os les plus longs sont ceux des lots IV et III avec respectivement 10,1 cm et 9,8 cm.

5.- La minéralisation des tibias se fait beaucoup ressentir chez les poulets soumis à la ration IV. Les teneurs en cendres des tibias sont de 36,79 p.100; 39,35 p.100; 42,45 p.100 et 48,18 p.100 respectivement pour les lots I, II, III et IV. La différence entre les lots IV et I est statistiquement significative ($P < 0,05$).

Il y a une corrélation négative entre la teneur en calcium des tibias des différents lots et le niveau de phytase microbienne. Les valeurs obtenues sont de 12,37 p.100; 12,28 p.100; 10,84 p.100 et 10,28 p.100 de matière sèche respectivement pour les lots contenant 0; 500; 750 et 1.000 U/kg d'aliment.

Quant au phosphore, les teneurs des tibias sont de 2,11 p.100; 4,97 p.100; 6,07 p.100 et 9,79 p.100 respectivement pour les lots I, II, III et IV.

Les résultats de notre étude sur les performances de croissance montrent que le meilleur niveau d'apport en phytase microbienne est de 1000 unités d'enzyme par kg d'aliment

lorsqu'aucune source de phosphore minéral n'est ajoutée à la ration. Cette étude suscite un certain nombre de réflexions :

1.- intérêt économique de la supplémentation d'une ration sans phosphore minéral ajouté en phytase microbienne;

2.- effets de la phytase végétale contenue dans le son de blé sur les performances de croissance et l'utilisation du phosphore alimentaire chez le poulet de chair;

3.- effets des différents niveaux de supplémentation alimentaire en phytase microbienne sur le métabolisme phytocalcique.

Compte tenu des intérêts physiologiques, économiques et écologiques que l'utilisation rationnelle du phosphore alimentaire par les monogastriques présente l'incorporation des phytases microbiennes dans la ration de ces espèces mériterait une attention particulière dans l'avenir pour notre continent.

BIBLIOGRAPHIE

AOYAGI, S.; BAKER, D.H.

Effect of Microbial Phytase and 1,25 Dihydroxycholecalciferol on Dietary Copper utilization in Chicks.

Poult. Sci., 1995, 74 : 121-126.

ANSELME, B.

Aliment composé pour volailles au Sénégal : situation actuelle, contribution à son amélioration par une meilleure valorisation des ressources nutritionnelles locales.

Thèse : Méd. Vet. : Toulouse : 1987; n°103.

BOUGON, M.

Intérêt des phytases chez le poulet de chair (1er essai)

Sciences et techniques avicoles, 1993a, (3): 19-23.

BOUGON, M.

Intérêt des phytases chez le poulet de chair (suite)

Sciences et techniques avicoles, 1993b, (5): 13-19.

COILLARD, J.

Quels traitement pour les effluents d'élevage (93-112)

in : Maîtrise et prévention des pollutions dues aux élevages.

Acte de Colloque, Paris 16 Février 1994.

Paris : TEC et DOC Larvoisier, 1994 - 145p.

COURTOIS, J.

Recherche sur la phytase III. Essai de séparation de l'activité glycérophosphatasique et l'activité phytasique du son de blé.

Biochim. Biophys. Acta, 1947, 1: 270-277.

CROMWELL, G.L.; COFFEY, R.D.; MONEGUÉ, H.J.; RANDOLPH, J.H.

Efficacy of low-activity microbial phytase in improving the bioavailability of phosphorus in corn-soybean meal diets for pigs.

J. Anim. Sci., 1995, 73(2) : 449-456

DIALLO, I.; SOW, R.; NGOMA, A.; DIOP, B.

Utilisation des blocs mélasse-urée comportant trois sources de phosphates naturels (Thiès-Tamba-Matam) dans un essai de complémentation destiné à des génisses gobra en élevage intensif.

in : Rapport annuel CRZ : Dahra (ISRA, Sénégal), 1985:83-90.

DIOP, A.

Le poulet de chair au Sénégal. Production, commercialisation et perspectives de développement.

Thèse : Méd. Vet. : Dakar : 1982; n°8.

DJIDOHOUN, K.D.

Contribution à l'étude de l'influence des niveaux d'apport phosphocalcique et de la phytase microbienne (*Aspergillus niger*) sur l'utilisation du phosphore alimentaire chez le poulet de chair en zone tropicale.

Thèse : Méd. Vét. : Dakar : 1995; n°16.

DUMAS, P.

Contribution à l'étude de certaines ostéopathies du poulet de chair.

Thèse : Lyon : 174; n°21.

DÜNGELHOEF, M.; RODEHUTSCORD, M.

Effects of phytase on the digestibility of phosphorus in pigs.

Übersichten zur Tierernährung, 1995, 23(1) : 133-157.

EDWARD, H.M.; YOUNG, R.J.; GILLIS, M.B.

Phosphate availability studies with the arch of unidentified growth factor supplements.

J. Nutr., 1958, 65 : 305-316.

EECKOUT, W.; DE PAEPE, M.

Phytase microbienne : phytase du blé, phytase microbienne et digestibilité apparente du phosphore d'un aliment simple pour poulets.

Lanbouwijdschrift, Rev. Agricult., 1992a, 45: 195-205.

EECKOUT, W.; DE PAEPE, M.

Phytase microbienne : comparaison de l'effet de 500 unités de phytase de blé et d'une phytase microbienne sur la digestibilité apparente du phosphore d'un aliment pour porcs à l'engrais.

Lanbouwijdschrift, Rev. Agricult., 1992b, 45: 209-215.

FARREL, D.J.; MARTIN, E.; DU PREEZ, J.J.

The beneficial effects of microbial feed phytase in diets of broiler chickens and ducklings.

J. Anim. Physiol. Anim. Nutr., 1993, 69 : 278-283.

FERRANDO, R.

Alimentation du poulet et de la poule pondeuse, bases et applications.

Paris : Vigot et frères, 1969. - 197p.

FERRANDO, R.

Les bases de l'alimentation.

Paris : Vigot et frères, 1964. - 388p.

FOURDIN, A.

Valorisation par la phytase du phosphore phytique de grains.

I. Introduction bibliographique sur la phytase.

DEA : Sciences alimentaires : Paris XI - ENSIA Massy : 1984. - 18p.

GILÈS, M.B.; NORRIS, L.C.; HEUSER, G.F.

The influence of particle size on the utilization of phosphate by chicks.

Poult. Sci., 1951, 30 : 396-398.

GUILLOT, I.; BIRZER, D.; RAMBECK, W.A.

L'influence de l'enzyme phytase sur la rétention du cadmium chez le rat et la caille.

Revue Méd. Vét., 1994, 145 (5):387-389.

HURWITZ, S.; BORSTEIN, S.

The protein and Amino Acid requirement of laying hens : suggested for calculàtion.

Poult. Sci., 1973, 52 : 1104-1134.

INSTITUT D'ELEVAGE ET DE MEDECINE VETERINAIRE DANS LES PAYS TROPICAUX (IEMVT).

Précis du petit élevage.

Maison Alfort : IEMVT, 1973. - 215p.

INSTITUT D'ELEVAGE ET DE MEDECINE VETERINAIRE DANS LES PAYS TROPICAUX (IEMVT).

Aviculture en zone tropicale. - 2e ed.

Maison Alfort : IEMVT, 1991. - 186p.

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE AGRONOMIQUE (INRA).

Alimentation des animaux monogastriques : porcs, lapins, volailles.

Paris : INRA, 1989. 282p.

JARRIGE, R.

Alimentation des bovins, ovins et caprins.

Paris : INRA, 1988. - 476 p.

JONGBLOED, A.W.; MROZ, Z.; KEMME, P.A.

The effect of supplemental *Aspergillus ficuum* phytase in diets for pigs on concentration and apparent digestibility of dry matter total phosphorus, and phytic acid indifferent section of the alimentary tract.

J. Anim. Sci., 1992, 70 : 1159-1168.

LAPRAS, M.

Etiologie générale des ostéopathies dysmétaboliques chez du chien. Bases physiopathologiques - classification.

L'anim de Cie. 1978, 13(3) : 385-403

LARBIER, M.; LECLERQ, B.

Nutrition et alimentation des volailles

Versailles : INRA, 1992. - 355 p.

LEI, X.G.; KU, P.K.; MILLER, E.R.; YOKOYAMA, M.T.

Supplemental corn-soybean meal diets with microbial phytase linearly improves phytate phosphorus utilization by weanling pigs.

J. Anim. Sci., 1993, 71(12) : 3368-3375.

MABALO, K.

Influence de l'apport qualitatif du phosphore sur la consommation alimentaire, le métabolisme phosphocalcique et les performances de croissance du poulet de chair en milieu sahélien.

Thèse : Méd. Vét. : Dakar : 1993; n°20.

MROZ, Z.; JONGBLOED, A.W.; KEMME, P.A.

Apparent digestibility and retention of nutrients bound to phytate complex as influenced by microbial phytase and feeding regimen in pigs.

J. Anim. Sci., 1994, 72 : 126-132.

NELSON, T.S.; SHIEH, R.R.; WODZINSKI, R.J.; WARE, J.H.

Effect of supplemental phytase on the utilization of phytate phosphorus by chicks.

J. Nutr., 1971, 101 : 1289-1293.

NZIMULINDA, J.C.

Contribution à l'étude de l'influence de la supplémentation en phytase microbienne (*Aspergillus niger*) sur l'utilisation du phosphore alimentaire chez le lapin en milieu tropical.

Thèse : Méd. Vét. : Dakar : 1995; n°34.

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE

L'alimentation des volailles dans les pays tropicaux et subtropicaux.

Rome : FAO. 1965.- 103p

PARENT, R.; BUILDGEN, A.; STEYAERT, P.; LEGRAND, D.

Guide pratique d'aviculture moderne en climat soudano-sahélien de l'Afrique de l'Ouest.

Dakar : EISMV; Thiès : INDR, 1989.-85p.

PARIGI-BINI, R.

Bases de l'alimentation du bétail.

Pise : Université de Pise, 1986.- 292 p.

PERNEY, K.M.; CANTOR, A.H.; STRAW, M.L.

The effect of dietary phytase on growth performance and phosphorus utilization of broiler chicks.

Poult. Sci., 1993, 72(1) : 29-39.

POINTILLART, A.

Phytates, phytases : leur importance dans l'alimentation des monogastriques.

Point Vét., 1994, 25(7): 877-884.

POINTILLART, A.; GUEGUEN, L.

Influence des fibres alimentaires sur la biodisponibilité des minéraux.

Cahiers ENSBANA, 1992, 18 : 157-182.

RICHTER, G.

Untersuchungen Zum Einsatz Einer Mikrobiellen Phytase Bei Unterschiedlicher Phosphoversorgung In der Broilermast.

Arch. Anim. Nutr., 1993, 45 : 235-244.

SAUVEUR, B.

Les phytases fongiques dans l'alimentation des volailles.

Prod. Anim., 1993, 6(4) : 265-267.

SAUVEUR, B.

Phosphore phytique et phytase dans l'alimentation des volailles.

Prod. Anim., 1989, 2(5) : 343-351

SCHEUERMANN, S.E.; LANTSCH, H.J.; MENKE, K.H.

In vitro and in vivo experiment on the hydrolysis of phytate.

II. Activity of Plant phytase.

J. Anim. Physiol. Anim. Nutr., 1988, 60 : 64-75.

SCHÖNER, F.J.; HOPPE, P.P.; SCHWARZ, G.

Comparative Effects of microbial phytase and inorganic phosphorus on performance and retention of phosphorus, calcium and crude ash in broiler.

J. Anim. Physiol. Anim. Nutr., 1991, 66 : 248-255.

SCHWARK, H.J.; PETER, V.; MAZANOWSKI, A.

Internationales Handbuch der Tierproduktion.

.- Berlin : Veb Deutscher Landwirtschafts Verlag, 1987. 600p.

SIMONS, P.C.M.; VERSTEEGH, A.H., JONGBLOED, A.W.

Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broiler and pigs.

British Journal of Nutrition, 1990, 64 : 525-540.

SIX, L.

Intérêt des phytases microbiennes dans l'alimentation du poulet de chair.

Mémoire de maîtrise : Sci. Tech. Prod. Anim. : Tours : Université Rabelais : 1992.

SMITH, A.J.

L'élevage de la volaille. Paris ACCT.

Paris : Ed. Maisonneuve et Larose; Wageningen :

CTA, 1992, vol. I - 183 p. (Technicien d'agriculture tropicale).

THIONGANE, Y.

Contribution à l'étude de l'alimentation au Sénégal. "Les macro-éléments".

Thèse : Méd. Vét. : Dakar : 1982; n°23.

VIAS FRANK, S.G.

Contribution à l'étude comparée de la valeur nutritive du maïs (*Zea mays*) et des sorgho (*sorghum vulgare*) dans la ration des poulets de chair en zone tropicale.

Thèse : Méd. Vét. : Dakar : 1995; n°7.

WEIL, J.; BONNET, J.; BOULANGER.

Biochimie générale.- 6e éd.

Paris : Masson, 1990.- 546 p.

SERMENT DES VETERINAIRES DIPLOMES DE DAKAR

« Fidèlement attaché aux directives de Claude BOURGELAT, fondateur de l'enseignement vétérinaire dans le monde,

Je promets et je jure devant mes maîtres et mes aînés :

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

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

RESUME

Cent quarante huit (148) poulets de chair de souche "Ross 208" âgés de 13 jours ont été utilisés pour étudier les effets de la supplémentation alimentaire en différents niveaux de phytase microbienne (*Aspergillus niger*) sur les performances zootechniques en zone tropicale.

Ces poulets répartis en 4 lots de 37 sujets chacun ont été élevés pendant 5 semaines et nourris du 14^{ème} jour d'âge au 27^{ème} jour avec un aliment dit de démarrage et du 28^{ème} jour au 48^{ème} jour d'âge avec un aliment dit de croissance-finition. Pendant ces périodes les rations des différents lots ne diffèrent entre elles que par le niveau d'apport en phytase microbienne. Il a été incorporé 0; 500; 750 et 1000 unités d'enzyme par kg d'aliment respectivement pour les lots I, II, III et IV.

D'après les résultats obtenus, la supplémentation alimentaire avec ces niveaux de phytase n'influencent pas de manière significative les performances zootechniques.

Cependant les meilleures performances sont obtenues avec le niveau 1000U/kg.

Mots Clefs : Poulet de chair - Performances zootechniques - Phytase microbienne - Tropiques.

ECOLE INTER-ETATS
DES SCIENCES VETERINAIRE
VETERINAIRES DE DAKAR
BIBLIOTHEQUE