

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP - DAKAR

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

ANNEE 1993



ECOLE INTER-ETATS
DES SCIENCES ET MEDECINE
VETERINAIRES
N° 20

**INFLUENCE DE L'APPORT QUALITATIF DU
PHOSPHORE SUR LA CONSOMMATION ALIMENTAIRE,
LE METABOLISME PHOSPHOCALCIQUE ET LES
PERFORMANCES DE CROISSANCE DU POULET
DE CHAIR EN MILIEU SAHELIN**

THESE

présentée et soutenue publiquement le 26 Juillet 1993
devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
pour obtenir le grade de DOCTEUR VETERINAIRE
(DIPLOME D'ETAT)

par

Kossi MABALO

né le 19 Mars 1966 à PAGOUDA (TOGO)

- Président du Jury** : **Monsieur François DIENG**
Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
- Directeur et Rapporteur de Thèse** : **Monsieur Moussa ASSANE**
Maître de Conférences Agrégé à l'E.I.S.M.V. de Dakar
- Membres** : **Monsieur Kondi AGBA**
Maître de Conférences Agrégé à l'E.I.S.M.V. de Dakar
- Madame Sylvie GASSAMA**
Maître de Conférences Agrégé à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar

AVANT - PROPOS

LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT

I - PERSONNEL A PLEIN TEMPS

1 - ANATOMIE - HISTOLOGIE - EMBRYOLOGIE

| | | |
|---------|-----------|------------------------------|
| Kondi | AGBA | Maître de Conférences Agrégé |
| Jacques | ALAMARGOT | Assistant |
| Brahim | KABOUL | Moniteur |

2 - CHIRURGIE - REPRODUCTION

| | | |
|-----------------|------|------------------------------|
| Papa El Hassane | DIOP | Maître de Conférences Agrégé |
| Latyr | FAYE | Docteur Vétérinaire |
| Kalidou | BA | Moniteur |

3 - ECONOMIE - GESTION

| | | |
|--------------|---------|------------|
| Hélène (Mme) | FOUCHER | Assistante |
|--------------|---------|------------|

4 - HYGIENE ET INDUSTRIE DES DENREES ALIMENTAIRES D'ORIGINE ANIMALE (HIDOA)

| | | |
|-----------------|-------|------------------------------|
| Malang | SEYDI | Maître de Conférences Agrégé |
| Papa Ndary | NIANG | Docteur Vétérinaire |
| Adama Abdoulaye | THIAM | Moniteur |

5 - MICROBIOLOGIE - IMMUNOLOGIE PATHOLOGIE INFECTIEUSE

| | | |
|----------------|-----------|----------------------|
| Justin Ayayi | AKAKPO | Professeur titulaire |
| Jean | LOUDAR | Professeur titulaire |
| Rianatou (Mme) | ALAMBEDJI | Assistante |
| Souaïbou | FAROUGOU | Docteur Vétérinaire |
| Komi A.E. | GOGOVOR | Moniteur |

6 - PARASITOLOGIE - MALADIES PARASITAIRES - ZOOLOGIE

| | | |
|--------------|--------|------------------------------|
| Louis Joseph | PANGUI | Maître de Conférences Agrégé |
| Bassirou | BONFOH | Docteur Vétérinaire |
| Papa Ndéné | DIOUF | Moniteur |

7 - PATHOLOGIE MEDICALE - ANATOMIE PATHOLOGIQUE - CLINIQUE AMBIANTE

| | | |
|------------|-----------|---------------------|
| Yalacé Y. | KABORET | Assistant |
| Pierre | DECONINCK | Assistant |
| Achille | OLLOY | Docteur Vétérinaire |
| Lamboni B. | BANGUE | Moniteur |

8 - PHARMACIE - TOXICOLOGIE

| | | |
|-------------|--------|----------------------|
| François A. | ABIOLA | Professeur titulaire |
| Ismaila | KANE | Moniteur |

9 - PHYSIO^{lobit} THERAPEUTIQUE - PHARMACODYNAMIE

| | | |
|----------|--------|------------------------------|
| Alassane | SERE | Professeur titulaire |
| Moussa | ASSANE | Maître de Conférences Agrégé |
| Kossi | MABALO | Moniteur |

10 - PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES

| | | |
|-----------------|-----------|----------------------|
| Germain Jérôme | SAWADOGO | Professeur titulaire |
| Baba Traoré | FALL | Docteur Vétérinaire |
| Désiré Marie A. | BELEMSAGA | Moniteur |

11 - ZOOTECHE - ALIMENTATION

| | | |
|---------------|----------|------------------|
| Gbeukoh Pafou | GONGNET | Maître-Assistant |
| Ayao | MISSOHOU | Assistant |
| Souleymane | SAKANDE | Moniteur |

II - PERSONNEL VACATAIRE (prévu)**- BIOPHYSIQUE**

| | | |
|--------------|----------|---|
| René | NDOYE | Professeur titulaire Faculté de Médecine et de Pharmacie Université Ch. Anta Diop de DAKAR |
| Alain | LECOMPTE | Maître de Conférences Associé Faculté de Médecine et de Pharmacie Université Ch. Anta Diop de DAKAR |
| Sylvie (Mme) | GASSAMA | Maître de Conférences Agrégée Faculté de Médecine et de Pharmacie Université Ch. Anta Diop de DAKAR |

- BOTANIQUE APPLIQUEE

| | | |
|---------|-------------|--|
| Antoine | NONGONIERMA | Professeur IFAN-Institut Ch. Anta DIOP Université Ch. Anta Diop de DAKAR Sciences et Techniques |
|---------|-------------|--|

- PATHOLOGIE DU BETAIL

| | | |
|---------|--------|---|
| Magatte | NDIAYE | Docteur Vétérinaire - Chercheur Laboratoire de Recherches Vétérinaires de DAKAR |
|---------|--------|---|

- ECONOMIE

| | | |
|--------|----|---|
| Cheikh | LY | Docteur Vétérinaire - Chercheur FAO - BANJUL |
|--------|----|---|

- AGRO-PEDOLOGIE

| | | |
|---------|--------|---|
| Alioune | DIAGNE | Docteur Ingénieur Département "Sciences des Sols" Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie THIES |
|---------|--------|---|

- SOCIOLOGIE RURALE

| | | |
|----------|-------|--|
| Oussouby | TOURE | Sociologue Centre de Suivi Ecologique Ministère du Développement Rural |
|----------|-------|--|

III - PERSONNEL EN MISSION (prévu)- PARASITOLOGIE

| | | |
|-----|----------|---|
| Ph. | DORCHIES | Professeur E.N.V - TOULOUSE (France) |
|-----|----------|---|

| | | |
|----|--------|---|
| M. | KILANI | Professeur E.N.M.V SIDI THABET (Tunisie) |
|----|--------|---|

- PATHOLOGIE AVIAIRE

| | | |
|----|--------|---|
| B. | MONCEF | Docteur Vétérinaire C.P.R. SIDI THABET (Tunisie) |
|----|--------|---|

- ANATOMIE PATHOLOGIQUE SPECIALE

| | | |
|----|--------------|---|
| G. | VANHAVERBEKE | Professeur E.N.V - TOULOUSE (France) |
|----|--------------|---|

- ANATOMIE PATHOLOGIQUE GENERALE

| | | |
|----|-------|---------------------------------------|
| M. | MORIN | Professeur Saint-Yacinthe (CANADA) |
|----|-------|---------------------------------------|

- PATHOLOGIE DES EQUIPES CARNIVORES

A. CHACHOUB Professeur
E.N.M.V. SIDI THABET (Tunisie)

- PATHOLOGIE INFECTIEUSE

J. CHANTAL Professeur
E.N.V - TOULOUSE (France)

- ZOOTECHNIE - ALIMENTATION

A. BENYOUNES Professeur
E.N.M.V SIDI THABET (Tunisie)

- ALIMENTATION

R. PARIGI-BINI Professeur
Université de PADOUE (Italie)

R. GUZZINATI Technicien de laboratoire
Université de PADOUE (Italie)

- CHIRURGIE

A. CAZIEUX Professeur
E.N.V - TOULOUSE (France)

- OBSTETRIQUE

A. MAZOUZ Maître-Assistant
Institut Agronomique et Vétérinaire
HASSAN II (Rabat)

- DENREOLOGIE

J. ROZIER Professeur
E.N.V - ALFORT (France)

A. ETTRIQI Professeur
E.N.M.V SIDI THABET (Tunisie)

- PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES

P. BENARD Professeur
E.N.M.V SIDI THABET (Tunisie)

- PHARMACIE

J.D. PUYT Professeur
E.N.V - NANTES (France)

- TOXICOLOGIE

G. SOLDANI Professeur
Université de PISE (Italie)

Je dédie ce modeste travail :

- *A L'Eternel.*

"Que le nom de l'Eternel soit béni, dès maintenant et à jamais !

Du lever du soleil jusqu'à son couchant, Que le nom de l'éternel soit célébré !"

Ps 113 : 2-3

- *A mes grands parents in memorium*

- *A mon père in memorium*

Tu nous as quitté dans la fleur de l'âge, néanmoins de ton vivant, le respect du prochain et le chemin de l'honneur étaient ton crédo de tous les jours.

Puisses-tu de l'au-delà admirer les fruits de tes efforts qui n'ont certainement pas été vains.

Que la terre te soit légère.

- *A ma mère*

Je te dois tout, ce travail est le fruit de tant d'années de sacrifices que tu as consentis pour nous. Amour filial.

- *A mes frères et sœurs*

Que ce modeste travail vous exhorte à mieux faire.

- *A mes oncles et tantes BRUNO, RICHARD, GERMAIN, KOMI, YAO, ROSE, YAWA.*

- *A ma défunte tante KOSSIWA.*

- *A Monsieur BALIKI Komlan*

Comme un père, tu m'as toujours soutenu par ton affection, tes conseils, tes encouragements et ton aide particulière. Profond attachement.

- *A M^{lle} Valérie MAGANAWÉ*

- *A mon cher Ami Tchamdja Cyriano*

Aujourd'hui nous pouvons dire que nos prières ont été exaucées par l'Eternel.

VII

- *Aux amis : M'BAO, SAMIE, ALAIN, TCHAO, SABI, AKATE, PEWE et autres pour tout ce temps passé ensemble.*

- *A tous mes amis d'enfance et de bancs*

- *A tous les étudiants de l'E.I.S.M.V.*

- *A la 20e promotion de l'E.I.S.M.V.*

- *A tous les étudiants togolais au Sénégal.*

- *Au Togo, ma terre atavique, merci pour les sacrifices que tu as consentis pour notre formation.*

- *Au Sénégal, Pays hôte.*

*

*

A NOS MAITRES ET JUGES

- **Monsieur FRANCOIS DIENG**

Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar

Vous nous faites un grand honneur en acceptant de présider ce jury de thèse, en dépit de vos multiples charges. Vos qualités humaines et scientifiques forcent au respect, à l'admiration et constituent pour nous plus qu'un exemple mais un modèle à suivre.

Puisse le Tout-Puissant vous garder encore pendant longtemps.

Hommage respectueux.

- **Monsieur MOUSSA ASSANE**

Maître de Conférences Agrégé à l'E.I.S.M.V. de Dakar.

Nous apprécions très hautement vos qualités humaines entre autres, votre simplicité et votre disponibilité constante à notre endroit au cours de l'élaboration de ce travail. Vous avez inspiré et dirigé avec bravoure ce travail. Votre esprit critique et votre amour pour le travail bien fait sont les souvenirs que nous garderons de vous.

Soyez assuré de notre profond attachement.

- **Monsieur KONDI AGBA**

Maître de Conférences Agrégé à l'E.I.S.M.V de Dakar

Au-delà de toutes autres considérations, nous sommes heureux de vous compter parmi les membres de ce jury de thèse. Votre esprit de rigueur scientifique n'est que le reflet de la qualité de l'enseignement que nous avons reçu de vous. Votre disponibilité constante à l'endroit de tous les étudiants en général, et togolais en particulier vous valent l'admiration de tous. Ce modeste travail est un faible témoignage de notre profonde et vive reconnaissance.

- **Madame SYLVIE GASSAMA**

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

C'est avec un réel plaisir que vous avez accepté de siéger dans ce jury de thèse.

Trouvez ici nos sincères remerciements et profonde gratitude.

REMERCIEMENTS

C'est pour nous un agréable devoir, celui de remercier tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de cette modeste œuvre.

- Dr. Sc. Agr. GONGNET Gbeukoh PAFOU

- Aux Docteurs Vétérinaires Gana PENE, DIEME, Ali DIOP

- Le chauffeur Ndjogou CISSE.

- Bocar HANE (Laboratoire Zootechnie).

- Cheikh Mohamed DIEDHIOU

- Ousseynou GAYE

- Marie Noëlle MBENGUE, Secrétaire à l'ENSUT.

"Par délibération, la faculté et l'Ecole ont décidé que les opinions émises dans les dissertations qui leur seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elles n'entendent donner aucune approbation ni improbation".

S O M M A I R E

Pages

| | |
|--|----|
| I N T R O D U C T I O N | 1 |
| PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE | 4 |
| CHAPITRE I : GENERALITES SUR LA PHYSIOLOGIE DE LA CROISSANCE DU POULET DE CHAIR | 5 |
| 1 - QUELQUES FACTEURS INFLUENCANT LA CROISSANCE DU POULET DE CHAIR | 5 |
| 1.1 - Facteurs intrinsèques | 5 |
| 1.1.1 - Influence de l'âge | 5 |
| 1.1.2 - Influence du sexe | 5 |
| 1.2 - Facteurs extrinsèques | 7 |
| 1.2.1 - Facteurs climatiques | 7 |
| 1.2.2 - Facteurs mécaniques | 7 |
| 2 - REGULATION DE LA CROISSANCE | 8 |
| 2.1 - Rôle des facteurs hormonaux | 8 |
| 2.1.1 - Rôle de l'hormone de croissance ou hormone somatotrope | 8 |
| 2.1.2 - Rôle des hormones thyroïdiennes | 8 |
| 2.1.3 - Rôle des hormones gonadiques | 9 |
| 2.2 - Rôle des facteurs métaboliques | 9 |
| CHAPITRE II : LE METABOLISME PHOSPHOCALCIQUE | 10 |
| 1 - SOURCES DE PHOSPHORE ET DE CALCIUM | 10 |
| 1.1 - Historique | 10 |
| 1.2 - Sources de phosphore et de calcium utilisables en aviculture | 12 |
| 1.2.1 - Le phosphore | 12 |
| 1.2.2 - Le calcium | 15 |
| 2 - ABSORPTION DIGESTIVE DU CALCIUM ET DU PHOSPHORE | 17 |
| 2.1 - Mécanisme | 17 |
| 2.2 - Facteurs de variation de l'absorption du phosphore..... | 17 |
| 2.2.1 - Facteurs propres à l'animal | 17 |
| 2.2.2 - Facteurs liés à la composition de la ration | 18 |

| | | |
|---------------------|--|-----------|
| 2.2.3 | - Facteurs propres au phosphate | 18 |
| 2.2.3.1 | - <i>La finesse des particules</i> | 18 |
| 2.2.3.2 | - <i>La forme chimique et le degré de polymérisation</i> | 18 |
| 2.2.3.3 | - <i>La forme cristalline</i> | 19 |
| 2.2.3.4 | - <i>L'influence du traitement subi par les phosphates</i> | 19 |
| 3 | - DISTRIBUTION DU CALCIUM ET DU PHOSPHORE DANS L'ORGANISME | 19 |
| 4 | - REGULATION DU METABOLISME PHOSPHOCALCIQUE | 20 |
| 4.1 | - Rôle de la Parathormone | 20 |
| 4.2 | - Rôle de la vitamine D | 22 |
| 4.2.1 | - Métabolisme de la vitamine D ₃ | 22 |
| 4.2.2 | - Rôle de la 1,25(OH) ₂ D ₃ | 22 |
| 4.3 | - Rôle de la calcitonine | 23 |
| 4.4 | - Autres facteurs nutritionnels | 26 |
| 4.4.1 | - Influence de l'apport quantitatif de phosphore sur le métabolisme calcique .. | 26 |
| 4.4.1.1 | - <i>Carence en phosphore</i> | 26 |
| 4.4.1.2 | - <i>Excès relatif de phosphore</i> | 26 |
| 4.4.2 | - Influence de l'apport qualitatif de phosphore sur le métabolisme calcique .. | 27 |
| 4.4.2.1 | - <i>Cinétique de l'apport de phosphore</i> | 27 |
| 4.4.2.2 | - <i>Nature chimique de la source de phosphore</i> | 28 |
| | | |
| CHAPITRE III | : REGULATION PHYSIOLOGIQUE DE LA PRISE DE NOURRITURE CHEZ LE POULET DE CHAIR..... | 29 |
| 1 | - MECANISMES GENERAUX DU CONTROLE DE LA PRISE DE NOURRITURE | 29 |
| 1.1 | - Les centres de régulation de la prise de nourriture | 29 |
| 1.2 | - Fonctionnement des centres de la prise de nourriture..... | 29 |
| 1.3 | - Mise en jeu des centres régulateurs de la prise de nourriture | 31 |
| 1.3.1 | - Rôle des facteurs nerveux | 31 |
| 1.3.2 | - Rôle des facteurs métaboliques | 31 |
| 1.3.3 | - Rôle des facteurs humoraux | 33 |

| | |
|---|----|
| 2 - PARTICULARITES DE LA REGULATION DE LA PRISE DE NOURRITURE CHEZ LE POULET DE CHAIR | 33 |
| 2.1 - Le comportement alimentaire | 33 |
| 2.2 - Facteurs déterminant l'appétit | 34 |
| 2.2.1 - Facteurs nerveux | 34 |
| 2.2.2 - Facteurs métaboliques | 35 |
| 2.2.3 - Facteurs climatiques | 37 |

DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE..... 38

CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES 39

| | |
|---|----|
| 1 - MATERIEL | 39 |
| 1.1 - Matériel animal | 39 |
| 1.1.1 - Conditions de maintenance | 39 |
| 1.1.2 - Traitement sanitaire | 39 |
| 1.1.2.1 - <i>Les posologies et les voies d'administration</i> | 40 |
| 1.2 - Aliments | 41 |
| 1.3 - Matériel d'alimentation | 44 |
| 1.4 - Matériel de laboratoire | 44 |
| 2 - PROTOCOLE EXPERIMENTAL | 46 |
| 2.1 - Constitution des lots de poulets | 46 |
| 2.2 - Evaluation de la consommation alimentaire | 48 |
| 2.2.1 - Pendant la phase de démarrage-croissance | 48 |
| 2.2.2 - Pendant la phase de finition | 50 |
| 2.3 - Evaluation des performances de croissance | 50 |
| 2.3.1 - Pesée des poulets | 50 |
| 2.3.2 - Mesure de la longueur des tibias | 50 |
| 2.4 - Métabolisme phosphocalcique | 51 |
| 2.4.1 - Mesure de la calcémie et de la phosphatémie | 51 |
| 2.4.2 - Mesure de la teneur en cendres, Ca et P du squelette | 53 |
| 2.5 - Autres mesures et analyses | 57 |
| 2.5.1 - Analyses chimiques des aliments | 57 |
| 2.5.2 - Analyses économiques | 58 |
| 2.5.3 - Analyses statistiques | 58 |

| | | |
|--|---|-----------|
| CHAPITRE II | : RESULTATS ET DISCUSSION..... | 59 |
| 1 - | RESULTATS | 59 |
| 1.1 - | Composition chimique des aliments | 59 |
| 1.2 - | Influence de la source de phosphore sur la consommation alimentaire | 60 |
| 1.2.1 - | Consommation d'aliments solides | 60 |
| 1.2.2 - | Consommation d'eau de boisson | 62 |
| 1.3 - | Influence de la source de phosphore sur le métabolisme phosphocalcique | 64 |
| 1.3.1 - | Teneur en cendres des deux tibias | 64 |
| 1.3.2 - | Teneur en calcium et phosphore des tibias | 64 |
| 1.3.3 - | Teneur du sang en calcium et phosphore | 65 |
| 1.4 - | Influence de la source de phosphore sur les performances de croissance des différents lots de poulets | 66 |
| 1.4.1 - | Evolution pondérale | 66 |
| 1.4.2 - | Influence de la source de phosphore sur l'indice cumulé de consommation au cours de la croissance des poulets de chair | 69 |
| 1.4.3 - | Influence de la source de phosphore sur la croissance des tibias des différents lots de poulets de chair | 70 |
| 1.5 - | Rentabilité des différents types de ration | 72 |
| 2 - | DISCUSSION | 74 |
| 2.1 - | Influence de la source de phosphore sur la consommation alimentaire du poulet de chair ... | 74 |
| 2.2 - | Influence de la source de phosphore sur le métabolisme phosphocalcique | 76 |
| 2.3 - | Influence de la source de phosphore sur les performances de croissance du poulet de chair | 77 |
| CONCLUSION GENERALE | | 79 |
| B I B L I O G R A P H I E | | 83 |

LISTE DES TABLEAUX

| | <u>Pages</u> |
|---|--------------|
| <u>Tableau I</u> : Poids des poulets de chair issus de croisements industriels..... | 6 |
| <u>Tableau II</u> : Poids des poulets de chair adultes de race pure..... | 6 |
| <u>Tableau III</u> : Taux d'incorporation du polyfos chez différentes espèces animales | 11 |
| <u>Tableau IV</u> : Caractéristiques des sources hydrosolubles de phosphore en p.100 du produit brut | 13 |
| <u>Tableau V</u> : Caractéristiques des sources de phosphore à solubilité variable en p.100 du produit brut | 14 |
| <u>Tableau VI</u> : Caractéristiques des sources de calcium, en p.100 du produit brut. . | 16 |
| <u>Tableau VII</u> : Tableau récapitulatif de la composition centésimale des 3 types d'aliments : démarrage-croissance | 42 |
| <u>Tableau VIII</u> : Tableau récapitulatif de la composition centésimale des 3 types d'aliments : finition | 43 |
| <u>Tableau IX</u> : Réactifs | 51 |
| <u>Tableau X</u> : Composition du blanc réactif de l'étalon et de la solution à doser. . . | 52 |
| <u>Tableau XI</u> : Concentration du réactif et de la solution étalon | 53 |
| <u>Tableau XII</u> : Composition chimique de l'aliment de démarrage-croissance | 59 |
| <u>Tableau XIII</u> : Composition chimique de l'aliment finition | 59 |
| <u>Tableau XIV</u> : Consommation alimentaire en fonction de l'âge pour les différents lots de poulets | 60 |
| <u>Tableau XV</u> : Consommation d'eau en fonction de l'âge pour les différents lots de poulets | 62 |
| <u>Tableau XVI</u> : Teneur en cendres des deux tibias | 64 |
| <u>Tableau XVII</u> : Influence de l'apport qualitatif de phosphore sur la teneur en phosphore et en calcium des cendres des deux tibias | 65 |

| | | |
|-----------------------|---|----|
| <u>Tableau XXVIII</u> | : Influence de la source de phosphore sur la calcémie et la phosphatémie chez les différents lots de poulets | 65 |
| <u>Tableau XIX</u> | : Evolution pondérale des poulets en fonction de la nature du phosphore alimentaire | 67 |
| <u>Tableau XX</u> | : Influence de la source de phosphore sur le gain moyen quotidien du poulet de chair | 67 |
| <u>Tableau XXI</u> | : Influence de la source de phosphore sur le poids vif, le poids des poulets après plumaison, le poids des viscères et le poids de la carcasse à 58 jours | 69 |
| <u>Tableau XXII</u> | : Indices cumulés de consommation au cours de la croissance des différents lots de poulets de chair | 69 |
| <u>Tableau XXIII</u> | : Influence de la source de phosphore sur la croissance des tibias du poulet de chair | 70 |
| <u>Tableau XXIV</u> | : Coût de revient des aliments consommés par poulet pour les différents lots pendant la période démarrage-croissance | 72 |
| <u>Tableau XXV</u> | : Coût de revient des aliments consommés par poulet pour les différents lots pendant la phase de finition | 73 |
| <u>Tableau XXVI</u> | : Bénéfice brut réalisé par poulet en fonction des différents types d'aliments | 73 |

LISTE DES FIGURES

| | <u>Pages</u> |
|---|--------------|
| <u>Figure 1</u> : Rôle de la parathormone dans la régulation de la calcémie | 21 |
| <u>Figure 2</u> : Production et activité de la vitamine D | 24 |
| <u>Figure 3</u> : Rôle de la calcitonine dans la régulation de la calcémie | 25 |
| <u>Figure 4</u> : Rôle des noyaux ventro-médians de l'hypothalamus et de (H.L) dans le contrôle de l'appétit | 30 |
| <u>Figure 5</u> : Schéma général de régulation de l'appétit | 32 |
| <u>Figure 6</u> : Influence de la concentration énergétique de l'aliment sur l'ingéré énergétique quotidien selon l'origine génétique des poules | 36 |
| <u>Figure 7</u> : Dilution de la solution mère | 56 |
| <u>Figure 8</u> : Courbes de la consommation hebdomadaire d'aliments chez les différents lots de poulets | 61 |
| <u>Figure 9</u> : Courbes de la consommation hebdomadaire d'eau chez les différents lots de poulets | 63 |
| <u>Figure 10</u> : Courbes de l'évolution pondérale chez les différents lots de poulets | 68 |
| <u>Figure 11</u> : Courbes de croissance des tibias chez les différents lots de poulets | 71 |

LISTE DES PHOTOS

| | |
|--|----|
| <u>Photo 1</u> : Présentation dans la salle de démarrage d'un lot de poussins âgés de 4 jours | 47 |
| <u>Photo 2</u> : Présentation des poulets dans les sous-compartiments à partir de la 5 ^{ème} semaine d'âge | 49 |

I N T R O D U C T I O N

En Afrique sahé^Plienne où la croissance démographique sans cesse galopante, surtout dans les centres urbains, n'est malheureusement pas toujours accompagnée par une augmentation des productions animales, le problème de sous-alimentation se pose avec acuité. Cette insuffisance des protéines animales, est liée non seulement aux potentialités génétiques parfois médiocres de nos races, mais également à la sécheresse chronique qui sévit dans les pays sahéliens, et qui agit directement ou indirectement par le biais de l'alimentation, pour diminuer la productivité et les productions animales des espèces à cycle long.

Pour pallier à cette situation, les autorités compétentes tentent de mettre l'accent sur l'élevage des espèces animales à cycle court dont les volailles qui sont moins dépendantes des aléas climatiques. C'est pourquoi ces dernières années ont vu le développement de l'élevage avicole, basé sur l'importation des œufs ou des poussins âgés d'un jour pour accroître la production des protéines animales.

Cette spéculation a pris des proportions considérables dans les zones urbaines et péri-urbaines, ce qui n'est qu'une matérialisation des suggestions faites par l'Organisation des Nations-Unies pour l'alimentation et l'agriculture (F.A.O) dans un document (43) publié en 1965, et qui considérait l'aviculture comme pouvant être l'une des armes efficaces de lutte contre la "faim" dans les pays tropicaux et subtropicaux.

Toutefois, un programme d'amélioration de la production avicole suppose entre autres, une amélioration de l'alimentation des volailles qui représente 60 à 70% des coûts de production. Ainsi, ce travail s'inscrit dans la recherche de solutions adaptées au climat sahélien, dans le but ultime de minimiser les coûts des opérations et d'optimiser la production des poulets de chair.

En effet, dans la sous-région, les compléments minéraux ne sont pas souvent disponibles en quantité suffisante et sont d'un coût prohibitif, limitant ainsi fortement leur accès par l'éleveur traditionnel ; c'est la raison pour laquelle nous nous sommes posés la question de savoir si les pays africains, producteurs de phosphates naturels ne gagneraient-ils pas à utiliser leurs phosphates dans la supplémentation des animaux ? Une tentative de réponse à cette interrogation nous a amené à étudier au Sénégal, les effets comparés d'un phosphate importé : le phosphate bicalcique anhydre qui coûte très cher à celui des phosphates naturels produits localement : le phosphate tricalcique et le polyfos, sur la consommation alimentaire, le métabolisme phosphocalcique, et les performances de croissance du poulet de chair en milieu sahélien.

Ce travail sera présenté en deux parties :

- une première partie sera consacrée à une synthèse bibliographique des résultats des travaux expérimentaux qui ont porté sur la physiologie de la croissance, le métabolisme phosphocalcique et la régulation de la prise de nourriture chez les oiseaux.

- Une deuxième partie sera réservée à l'étude expérimentale. Elle sera divisée en deux chapitres :

- . le premier chapitre porte sur le matériel et les méthodes.
- . le second traite des résultats et discussion.

PREMIERE PARTIE

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LA PHYSIOLOGIE DE LA CROISSANCE DU POULET DE CHAIR

1 - QUELQUES FACTEURS INFLUENCANT LA CROISSANCE DU POULET DE CHAIR

1.1 - Facteurs intrinsèques

Il s'agit de facteurs propres à l'animal dont l'âge et le sexe qui sont d'une manière générale en corrélation avec le génotype.

1.1.1 - Influence de l'âge

A un même âge, les poulets de chair présentent des poids différents selon les souches ou les races (Tableau I). En effet, au cours des six premières semaines de l'élevage, les poulets de chair présentent une croissance rapide grâce aux synthèses protéiques avec une bonne conversion alimentaire. Au-delà de cet âge la croissance devient plus lente et plus coûteuse en énergie avec la formation du gras et une diminution de l'efficacité alimentaire (38).

1.1.2 - Influence du sexe

D'une manière générale, les mâles sont plus hauts sur pattes et pèsent plus lourd que les femelles, grâce à l'action positive des androgènes (Tableau II). Les mâles apprennent à consommer plus rapidement les aliments que les femelles (38). Par contre les femelles ont une aptitude à déposer plus de gras que les mâles (7).

Tableau I : Poids des poulets de chair issus de croisements industriels.

| Souches | Poids (g) | Age (jours) |
|--|-----------|-------------|
| 1°) Institut de Sélection Animale avec Vedette | 2085 | 56 |
| 2°) Shaver | | |
| a) Starbo | 1850 | 52 |
| b) Redbro | 1750 | 52 |
| 3°) Lehman | 1400 | 40 |
| 4°) Euribid | 2000 | 52 |
| 5°) Hubbard | 2150 | 56 |
| 6°) Divers | | |
| a) Jupiter | 2150 | 56 |
| b) Rhodex Wyandotte | 2300 | adulte |

Source : (20)

Tableau II : Poids des poulets de chair adultes de race pure.

| Race | Poids de la femelle adulte (kg) | Poids du mâle adulte (kg) | Origine |
|-------------------|---------------------------------|---------------------------|-----------------------|
| Wyandotte blanche | 2,5 - 3 | 3 - 4 | Etats-Unis d'Amérique |
| Rhode-Island Red | 2,5 - 3 | 4 | Etats-Unis d'Amérique |
| New Hampshire | 2,5 - 3 | 4 | Etats-Unis d'Amérique |
| Light Sussex | 2,5 - 3 | 4 | Angleterre |
| Poule africaine | 1 | 2,5 | Afrique |

Source : (20)

1.2 - Facteurs extrinsèques

1.2.1 - Facteurs climatiques

Plusieurs auteurs cités par OGUNMODEDE et LEGEL (42), ont montré que les poulets de chair de races améliorées présentaient des gains de poids faibles en milieu tropical qu'en zone tempérée. Selon ces mêmes auteurs cette différence de performances serait liée à la mauvaise qualité des tourteaux d'arachide en milieu tropical.

Par contre, pour OLUYEMI et FOWOKAN, 1973 ^{cité par (42)}, il s'agirait plutôt d'une interaction entre le climat et la prise de nourriture en fonction de la composition de la ration. En effet, à partir d'expériences sur des poulets de chair au cours de deux saisons sèches (froide et chaude), LEGEL et OGUNMODEDE ⁽⁴²⁾ ont démontré que, d'une manière générale les températures les plus élevées tendent à réduire les performances de croissance des poulets de chair de manière directe et indirecte en affectant la prise de nourriture.

1.2.2 - Facteurs mécaniques

Selon SURESH et coll. (56), une pression constante exercée au niveau du genou inhibe l'activité du cartilage de conjugaison.

Chez le lapin, une compression expérimentale du genou entraîne une anomalie de la croissance osseuse qui s'explique par un arrêt ou une baisse de circulation sanguine au niveau du cartilage de conjugaison (31).

2 - REGULATION DE LA CROISSANCE

2.1 - Rôle des facteurs hormonaux

2.1.1 - Rôle de l'hormone de croissance ou hormone somatotrope

L'hormone somatotrope d'origine adénohypophysaire stimule la croissance des os en longueur et en épaisseur. Cette action qui est plus nette chez les jeunes animaux, se traduit entre autres par une stimulation spécifique des cartilages de conjugaison qui s'hypertrophient considérablement. Les cellules cartilagineuses se multiplient activement, augmentent de taille et se disposent en couches superposées.

Parallèlement, il y a une intensification de la vascularisation du cartilage avec érosion par les capillaires et néoformation d'os trabéculaire. L'hormone somatotrope stimule surtout la chondrogénèse et accessoirement l'ostéogénèse. De plus cette hormone a un pouvoir anabolisant très marqué (32).

2.1.2 - Rôle des hormones thyroïdiennes

La thyroïde par ses hormones (triiodothyronine^{on} et thyroxine) règle la croissance osseuse comme l'ont montré les travaux de WINCHESTER cité par KAYSER (32). Cet auteur a en effet constaté qu'à 7 semaines, des poussins ayant subi une destruction de leurs thyroïdes n'avaient pas augmenté de taille. Il conclut donc que l'effet de l'hormone thyroïdienne sur la croissance est la résultante de son action sur un très grand nombre de processus biochimiques nécessaire à un développement statural et pondéral normal.

En absence de thyroïde, la croissance est arrêtée dans toutes les espèces. L'insuffisance thyroïdienne entraîne une croissance dysharmonieuse et ralentie, les troubles de l'ossification sont nets. Les noyaux d'ossification épiphysaires demeurent fragmentaires et ne parviennent pas à se souder. A l'inverse, une hyperthyroïdie modérée peut entraîner une

certaine accélération de la croissance ; mais elle ne peut provoquer de gigantisme, et une surcharge tyroïdienne importante entraîne même un retard de la croissance staturale et pondérale(32). D'une façon générale, les hormones thyroïdiennes agissent en synergie avec l'hormone de croissance notamment en favorisant le développement du cartilage sérié, l'apparition des points d'ossification et la pénétration du cartilage hypertrophique par les axes conjonctivo-vasculaires (33).

2.1.3 - Rôle des hormones gonadiques

Elles ont dans l'ensemble, un effet favorable sur la croissance osseuse. Les œstrogènes provoquent une ostéoblastose et s'opposent ^{l'action des ostéoclasts} Les androgènes augmentent l'anabolisme protidique, diminuent la résorption osseuse et favorisent la rétention du calcium dans l'organisme (33).

2.2 - Rôle des facteurs métaboliques

A l'instar des vitamines qui jouent un rôle prépondérant dans la croissance osseuse, surtout la vitamine D dont nous évoquerons ultérieurement l'action dans le métabolisme phosphocalcique, tous les autres minéraux contribuent pour une part plus grande à l'édification osseuse. Les oligo-éléments n'en sont pas moins indispensables. Le calcium et le phosphore sont les éléments les plus importants.

D'une manière générale, une ration déséquilibrée, c'est-à-dire très riche en calcium et protéines et pauvre en phosphore disponible n'améliore pas les performances de croissances du poulet de chair (52), (53). Cela s'explique par le fait que le calcium et le phosphore sont des éléments métaboliquement liés et c'est cette interrelation que nous allons maintenant envisager dans un cadre général du métabolisme phosphocalcique.

CHAPITRE II : LE METABOLISME PHOSPHOCALCIQUE

Le calcium et le phosphore constituent les éléments plastiques essentiels du tissu osseux. L'élaboration du tissu osseux qui est une composante essentielle de la croissance passe par deux (2) stades distincts :

- la constitution de la trame ostéoïde
- et la minéralisation de la substance pré-osseuse.

La minéralisation du tissu ostéoïde est pour sa part liée à certaines conditions locales dont une concentration phosphocalcique locale suffisante.

Ces minéraux sont apportés à l'organisme par l'alimentation mais leur biodisponibilité est fonction de plusieurs facteurs dont en particulier les facteurs hormonaux.

1 - SOURCES DE PHOSPHORE ET DE CALCIUM

1.1 - Historique

Dans un rapport conçu par FALL et coll. (14), les premiers essais de supplémentation minérale des porcs à l'engrais avec des phosphates naturels eurent lieu aux Etats-Unis et datent de 1908. Ces phosphates avaient été jugés moins performants que la poudre d'os, les pierres calcaires broyées ou les autres sels. Ils avaient même créé des troubles digestifs chez les génisses. Après avoir utilisé les phosphates du Maroc comme ration minérale d'appoint, VELU (1933) ^{cit. par (14)} conclut qu'ils étaient dangereux de les distribuer aux animaux et qu'il fallait les rejeter. Selon CHAPMAN et coll. (4), le mélange phosphate naturel plus de l'argile provoque une chute de performances avec des anomalies osseuses chez le porc.

Tous ces auteurs n'ont pas donné de détails sur la nature, la composition des phosphates utilisés, les quantités distribuées et la durée de supplémentation.

Le phosphore ferro-alumino-calciqne (ou polyfos) produit par la société d'études et d'application des minerais de Thiès (S.M.T), actuelle Compagnie sénégalaise des phosphates de Thiès (C.S.P.T) est utilisé dans les pays d'Europe depuis 1958.

En 1976, LERMAN et coll. ^{cité par (14)} l'ont distribué à des porcs et des taurillons et ils ont obtenu une parfaite tolérance du produit et des gains de poids satisfaisants.

Aucune différence significative n'a été observée entre les lots recevant le polyfos et ceux supplémentés avec le phosphate bicalcique. Ils ont conclu que le remplacement du phosphate bicalcique par le polyfos était très avantageux (9).

En aviculture, le polyfos distribué à des poulets de chair et des pondeuses s'est révélé aussi performant que le phosphate bicalcique. L'ensemble de ces essais a servi de base aux normes d'utilisation publiées par la S.M.T.

Tableau III : Taux d'incorporation du polyfos chez différentes espèces animales.

| | Taux d'incorporation du polyfos p.100 | | |
|--------------------------|--|---------|-----------|
| | Bovins | Porcins | Volailles |
| Aliments complets | 1 | 1,5 | 3,5 |
| Aliments complémentaires | 2 | 5 | - |
| Composés minéraux | 30 | 45 | 60 |

Source : (14)

Ce bref aperçu des essais préliminaires montre qu'il est possible d'utiliser les phosphates naturels dans l'alimentation des bovins, porcins et volailles.

Au rejet catégorique du début de siècle VELU (1933), CHAPMAN (4) ont succédé l'ère des recommandations sur l'utilisation restrictive des phosphates naturels SERRES et BERTAUDIÈRE (51), DIALLO et coll. (9), NDIAYE (40).

1.2 - Sources de phosphore et de calcium utilisables en aviculture

1.2.1 - Le phosphore

L'utilisation du phosphore d'un phosphate peut varier en fonction de divers facteurs propres à l'animal, au mode d'alimentation et au produit lui-même. Il est donc difficile d'apprécier même par un choix convenable de critères, la valeur nutritionnelle d'un phosphate.

Cette mise au point rassemble les principaux résultats concernant la valeur comparée des phosphates minéraux comme source de phosphore pour les animaux. GUEGUEN (24) illustre chez la volaille par exemple, les nombreuses contradictions apparentes qui peuvent s'expliquer par les différences entre les moyens et les méthodes mis en œuvre pour apprécier la valeur du produit. D'une manière générale, les difficultés d'évaluation de l'efficacité biologique des phosphates tiennent à de multiples facteurs.

Les tableaux IV et V illustrent les caractéristiques des différentes sources de phosphore utilisables en aviculture.

Tableau IV : Caractéristiques des sources hydrosolubles de phosphore en P.100 du produit brut.

| Source de phosphore | Acide phosphorique | Phosphate monosodique | | Phosphate disodique | | Phosphate monopotassique |
|-------------------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| | | Dihydraté | Anhydre | Dihydraté | Anhydre | |
| Formule | H_3PO_4 | $Na_2HPO_4, 2H_2O$ | NaH_2PO_4 | $Na_2HPO_4, 2H_2O$ | Na_2HPO_4 | KH_2PO_4 |
| Calcium | - | - | - | - | - | - |
| Phosphore total | 24 - 28 | 19,8 | 25 | 8,5 | 21,3 | 22,6 |
| Sodium | 0,03 | 14,5 | 19 | 12,5 | 32 | - |
| Potassium | - | - | - | - | - | 28 |
| Chlore | - | - | 0,15 | - | - | - |
| Magnésium | - | - | - | - | - | - |
| | Phosphate dipotassique | Phosphate mono-ammonique | Phosphate diammonique | Tri-polyphosphate de sodium | Phosphate monocalcique hydraté | |
| Formule | K_2HPO_4 | $NH_4H_2PO_4$ | $(NH_4)_2HPO_4$ | $Na_5P_3O_{10}$ | $Ca(H_2PO_4)_2, H_2O$ | |
| Calcium | - | - | - | - | 17 - 20 | |
| Phosphore total | 17,7 | 26,7 | 23,2 | 24,7 | 21 - 24 | |
| Sodium | - | - | - | 31 | 0,1 | |
| Potassium | 44 | - | - | - | - | |
| Chlore | - | - | - | - | - | |
| Magnésium | - | - | - | 0,06 | 0,05 | |
| Autres éléments importants en p.p.m | - | $NH_4=15,5$ P.100 | $NH_4=27,3$ P.100 | - | - | |

Source : (29)

Tableau V : Caractéristiques des sources de phosphore à solubilité variable en p.100 du produit brut.

| Source de phosphore | Phosphate bicalcique | | Phosphate monobicalcique | Phosphate tricalcique | Phosphates de roche | |
|-----------------------------------|--|---------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------|--|
| | dihydraté | anhydre | | | naturels | défluorés |
| Formule | $\text{CaHPO}_4, 2\text{H}_2\text{O}$ | CaHPO_4 | - | $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ | - | - |
| Calcium | 23 - 26 | 28 | 18 - 21 | 37 | 28 - 39 | 32 |
| Phosphore total | 17,5 - 19 | 21 | 20 - 22 | 19,5 | 13 - 18 | 18 |
| Sodium | 0,04 | 0,03 | - | - | 0,05 | 4,5 |
| Potassium | - | - | - | - | 0,6 | - |
| Chlore | - | - | - | - | - | - |
| Magnésium | 0,01 | - | 0,3 | - | 0,2-0,4 | 0,2 |
| Autres éléments importants en ppm | | | | | F: 2 à 3 P.100 | F < 2000 Fe: 7000 Mn: 700 Se: 1,4 Cu: 70 |
| | Farine d'os | | Phosphate Ca-Mg-Na | | | |
| | non traitée | dégélatinée | | | | |
| Calcium | 23,5 | 30,7 | 9,5 | - | - | - |
| Phosphore total | 11,2 | 14,1 | 17,3 | - | - | - |
| Sodium | 0,6 | 0,45 | 11,5 | - | - | - |
| Potassium | 0,23 | - | - | - | - | - |
| Chlore | 0,08 | 0,08 | - | - | - | - |
| Magnésium | 0,24 | 0,80 | 5 | - | - | - |
| Autres éléments importants en ppm | EM:400 Kcal Fe : 180 Mn : 3 S : 0,17 P.100 | Zn : 420 Cu : 15 | | | | |

Source : (29)

1.2.2 - Le calcium

La digestibilité du calcium dépend de sa forme chimique au niveau de l'épithélium intestinal. Le Tableau VI présente les caractéristiques des différentes sources de calcium.

A part les phosphates de calcium précédemment cités, seuls les carbonates de calcium sont couramment utilisés en alimentation animale (29). La phosphatase alcaline très abondante au niveau intestinal libère le calcium des phosphates de calcium.

Le carbonate de calcium peut être rendu soluble au cours de son passage dans le tube digestif. Le lactose, en provoquant une réaction acide dans le tube digestif solubilise le carbonate de chaux. Le chlorure de calcium, le lactate de calcium, l'acétate de calcium sont très solubles et facilement assimilables.

La disponibilité du calcium dans les calcaires est plus souvent comprise entre 95 et 100 p.100 mais elle peut quelquefois descendre en-dessous de 90 p.100. Il n'existe malheureusement pas à ce jour de test rapide in vitro permettant de l'apprécier de façon sûre.

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

Les autres formes de présentation de calcium (plâtre, marbres, ciments, etc.) présentent trop d'inconvénients liés aux éléments ou groupes chimiques en présence (sulfate, silice, aluminium) chez la poule pondeuse, la présentation de sources de calcium en granulés peut jouer un rôle positif (29).

Tableau VI : Caractéristiques des sources de calcium, en p.100 du produit brut.

| Sources de calcium | Carbonate de calcium | Calcaires naturels | Calci-marine | Carbonate de sucrerie | Coquilles d'huîtres | Coquillages marins Algomarine |
|-----------------------------------|----------------------|-------------------------------------|--|---|---|-------------------------------|
| Calcium | 38 | 38-39 | 33 | 31,5 | 38 | 35 |
| Phosphore total | 0 | 0,02 | 0,3 | 0,4 | 0,05 | 0,03 |
| Sodium | 0,02 | 0,06 | 0,55 | - | 0,3 | 0,1 |
| Potassium | - | - | 0,11 | - | 0,15 | - |
| Chlore | - | - | - | - | 0,01 | 0,14 |
| Magnésium | - | 0 - 0,3 | 0,3 | 2,5 | 0,3 | 1,2 |
| Autres éléments importants en ppm | | Fe: 70-700 Mn : 150 Se : 0,15 | Mn : 150 | Fe : 900 Mn : 120 Zn : 40 Cu : 30 Co : 20 | Fe: 20-700 Mn: 100-400 | |
| | Coquilles d'œufs | | Maërl | Cendres de couvoir | Ciment Portland | Plâtre naturel |
| | séchées | lavées et séchées | | | | |
| Calcium | 35 | 36 | 32,7 | 37,6 | 45,7 | 23-29 |
| Phosphore total | 0,12 | 0,11 | 0,05 | 1,2 | - | - |
| Sodium | 0,15 | 0,12 | 0,5 | - | 0,2 | - |
| Potassium | 0,1 | 0,06 | 0,04 | - | - | - |
| Chlore | - | - | 0,5 | - | - | - |
| Magnésium | 0,4 | 0,4 | 2,3-4,4 | | 1,2 | - |
| Autres éléments importants en ppm | Fe : 20 | Fe : 20 | Fe: 0,5 1,6 P.100 Mn: 200-800 Al: 900-9000 Sr : 2000 | | Fe : 100 Mn : 2000 Al : 300 Si: 10 P.100 | SO ₄ : 66 P.100 |

Source : (29)

2 - ABSORPTION DIGESTIVE DU CALCIUM ET DU PHOSPHORE

2.1 - Mécanisme

Le calcium est absorbé de manière active dans le duodénum et de manière passive dans le jéjunum. Dans l'absorption active, le calcium passe de la lumière intestinale dans le sang en trois étapes : passage de la face muqueuse de la cellule (bordure en brosse), migration dans le cytoplasme vers la membrane basale, franchissement de la basale.

En effet, WASSERMAN et coll. cité par DUMAS (12) ont mis en évidence l'existence d'une protéine complexant le calcium et permettant ainsi son transport actif. Cette protéine est appelée la 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 ou 1,25(OH)₂CC).

Quant au phosphore provenant des phosphates inorganiques ou des molécules organiques (phosphoprotéines, phytates, phospholipides, etc.), il est absorbé au niveau du jujénum. La 1,25(OH)₂D₃ stimule cette absorption.

Alors que les sels minéraux fournissent en général un phosphore correctement disponible, les molécules organiques libèrent plus ou moins facilement leur phosphore dans l'intestin (34).

Eu égard aux essais menés et qui ont porté sur la nature du phosphore alimentaire, il nous paraît utile d'envisager les facteurs pouvant affecter la biodisponibilité du phosphore chez l'animal.

2.2 - Facteurs de variation de l'absorption du phosphore GUEGEN (24)

2.2.1 - Facteurs propres à l'animal

Le phosphore d'une même ration est bien mieux retenu par un jeune animal en pleine croissance par exemple que par un animal adulte à l'état d'entretien.

L'état des réserves osseuses, qui traduit le passé nutritionnel de l'animal influe également sur ses besoins en phosphore. Ainsi, un état de déplétion préalable de l'animal favorise surtout la rétention du phosphore absorbé, et non pas l'absorption intestinale.

2.2.2 - Facteurs liés à la composition de la ration

Les valeurs trouvées pour l'efficacité biologique d'un phosphate comme source de phosphore dépendent de la proportion de phosphore apportée par la ration de base.

En effet, les autres constituants de la ration peuvent influencer considérablement l'utilisation du phosphore ; c'est le cas notamment de la vitamine D qui agit sur l'absorption du calcium et du phosphore, mais aussi du rapport phosphocalcique de la ration ; un rapport $\frac{Ca}{P}$ trop faible se traduit par une mauvaise absorption du phosphore.

2.2.3 - Facteurs propres au phosphate

Il ne s'agit que de différences liées à la nature même du produit.

2.2.3.1 - La finesse des particules

Des essais sur poussins, GILLIS et coll (23) employant cinq degrés de mouture pour le phosphate tricalcique, montrent que seul le phosphate le plus grossier est légèrement moins bien utilisé que les autres. Toutefois, les produits finement divisés et amorphes sont en général plus solubles que les produits grossiers et bien cristallisés.

2.2.3.2 - La forme chimique et le degré de polymérisation

En règle générale et quelle que soit l'espèce animale, les orthophosphates purs (calciques, sodiques, potassiques) sont très bien utilisés. En revanche, les métaphosphates et les

formes polymérisées (polyphosphates, en particulier les pyrophosphates) sont en général mal utilisables.

2.2.3.3 - La forme cristalline

Elle influe considérablement sur la digestibilité du phosphore au sein de chacun des groupes ortho, méta ou pyrophosphates. Ainsi les différences observées entre les phosphates bicalciques, anhydres et hydratés seraient vraisemblablement dues à une solubilité moindre de la forme anhydre (13).

2.2.3.4 - L'influence du traitement subi par les phosphates

Au cours du traitement thermique, il y a apparition des formes relativement insolubles de méta ou de pyrophosphates.

3 - DISTRIBUTION DU CALCIUM ET DU PHOSPHORE DANS L'ORGANISME

La localisation corporelle du calcium et du phosphore est essentiellement osseuse. En effet, le squelette contient 99 p.100 de calcium et 80 à 85 p.100 de phosphore de l'organisme. Ces deux éléments sont associés dans la substance minérale osseuse sous forme hydroxyapatite dans un rapport voisin de 2,2. En dehors du squelette, ils se présentent à l'état d'ions dans les compartiments liquidiens en particulier dans le plasma ou ils se trouvent en équilibre de diffusion avec les ions Ca^{2+} et PO_4H^- de la couche superficielle du squelette. Le calcium et le phosphore du squelette sont en partie mobilisables lorsque les exportations pour les productions animales ne sont pas couvertes par les apports alimentaires (poule pondeuse, vache laitière, etc.).

Ces réserves devraient être reconstituées plus tard. Les échanges entre le sang et le squelette permettent ainsi de réguler les apports et leur utilisation. L'importance des

échanges permanents entre le sang et le squelette indique que l'apport du calcium et du phosphore doit être régulier pour maintenir un niveau de réserves suffisant. Ainsi en cas d'apport insuffisant il n'y a pas d'altération immédiate des performances, l'animal utilisant ses réserves, et que, inversement un apport même important à un animal ayant épuisé ses réserves ne permettra pas d'obtenir rapidement un résultat positif (45). Le dépôt ou la mobilisation du calcium et du phosphore sont contrôlés par des facteurs hormonaux que nous allons envisager dans le sous-chapitre suivant.

4 - REGULATION DU METABOLISME PHOSPHOCALCIQUE

Le dépôt ou la mobilisation du calcium et du phosphore osseux pour les besoins de l'animal sont assurés par trois hormones : la parathormone ou PTH, la 1,25 dihydroxycholécalférol ou $1,25(\text{OH})_2\text{CC}$ et la calcitonine ou CT.

4.1 - Rôle de la Parathormone

En cas d'hypocalcémie (carence ou besoin intense de calcium), plusieurs mécanismes de contrôle d'origine hormonale sont mis en œuvre (figure 1). L'hypocalcémie entraîne une sécrétion de parathormone (PTH), hormone peptidique d'origine parathyroïdienne. La parathormone libère le calcium osseux et contribue à relever la calcémie. Par ailleurs, la parathormone favorise la synthèse rénale de la $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ dérivé actif de la vitamine D, et qui stimule l'absorption intestinale du calcium. Enfin, la PTH accroît la réabsorption rénale du calcium tout en inhibant celle du phosphore (figure 1).

Mais la phosphatémie est peu modifiée par la parathormone puisqu'il y a superposition d'un effet hypophosphatémiant (excrétion rénale) et d'un effet hyperphosphatémiant (mobilisation osseuse).

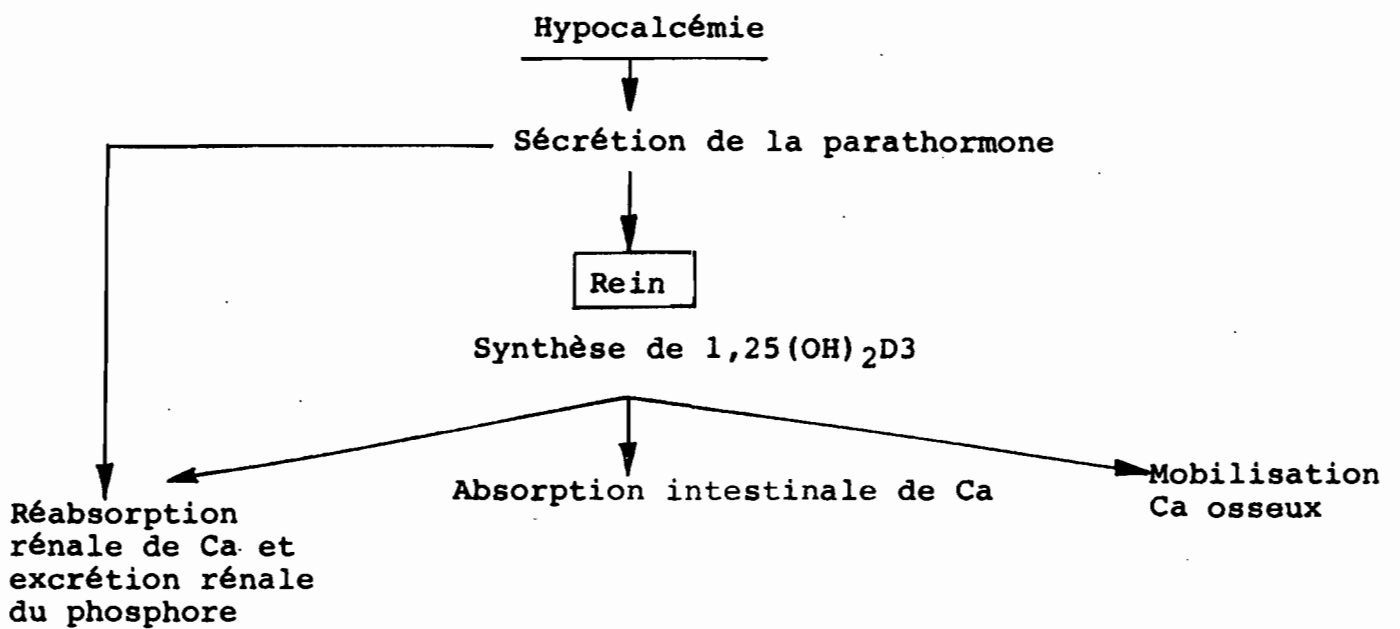


Figure 1 : Rôle de la parathormone dans la régulation de la calcémie

Source (34)

Le calcium et le phosphore entrent dans des proportions déterminées dans la structure biochimique de l'os et sont mobilisés ensemble au fur et à mesure des besoins de l'organisme.

A chaque fois qu'il est question du métabolisme phosphocalcique, il convient de rappeler le rôle primordial de la vitamine D.

4.2 - Rôle de la vitamine D

Les vitamines D appartiennent au groupe des stérols. Les deux représentants majeurs de ce groupe sont la vitamine D₂ (ergocalciférol) d'origine végétale, et la vitamine D₃ (cholécalficérol) d'origine animale (45).

Chez la volaille, la vitamine D₃ est dix fois plus active que la vitamine D₂ (32) qui serait dépourvue de toute activité. Mais la vitamine D₃ en elle-même est inactive, il faut qu'elle soit métabolisée.

4.2.1 - Métabolisme de la vitamine D₃

La vitamine D₃ ou cholécalficérol n'est qu'une prohormone. Qu'elle soit d'origine endogène ou exogène, après passage dans la circulation générale, elle subit dans un premier temps une hydroxylation au niveau du foie, pour donner un composé polaire la 25 hydroxycholécalficérol ou la 25(OH)D₃ ; le métabolite de la vitamine D₃ est alors transporté par une γ globuline jusqu'au rein où il subit une deuxième hydroxylation par la 25(OH)D₃ 1- α hydroxylase pour donner la 1,25 dihydroxycholécalficérol ou 1,25(OH)₂D₃ considérée comme étant la forme active de la vitamine D₃.

4.2.2 - Rôle de la 1,25(OH)₂D₃

La 1,25(OH)₂D₃ est considérée en fait comme une véritable hormone stéroïde. Son principal récepteur est la cellule absorbante de la muqueuse intestinale, siège du transport actif du calcium. Elle s'y fixe pour déterminer la fonction d'une A.R.N messenger et la synthèse de la Ca-BP (Calcium Binding-

Protein). Celle-ci permet le transport du calcium et son absorption digestive. Elle favorise aussi l'absorption du phosphore (figure 2).

La $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ intervient indirectement dans la mobilisation du calcium osseux en ayant un rôle permissif vis-à-vis de la parathormone. Au niveau rénal, la $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ favorise la réabsorption du calcium et du phosphore. Elle est donc une hormone hypercalcémiant et hyperphosphatémiant. Sa synthèse est indirectement stimulée par l'hypocalcémie via la PTH (figure 2) et directement par l'hypophosphatémie.

4.3 - Rôle de la calcitonine

En cas d'hypercalcémie chez les volailles due par exemple à l'ingestion d'un aliment très riche en calcium, il y a sécrétion d'une hormone péptidique d'origine ultimobranchiale. Il s'agit de la calcitonine. En effet, des expériences ont montré que l'augmentation de la calcémie par un régime riche en calcium entraîne une hypertrophie du corps ultimobranchial avec une augmentation de son activité (MUELLER et coll., 1970 cité par CALAMY (3)).

La calcitonine chez le poulet de chair inhibe en cas d'hypercalcémie l'ostéolyse et par conséquent la libération du calcium. Elle augmente l'excrétion rénale du calcium, des phosphates et inhibe la synthèse rénale de la $1,25(\text{OH})_2$ vit. D_3 (figure 3).

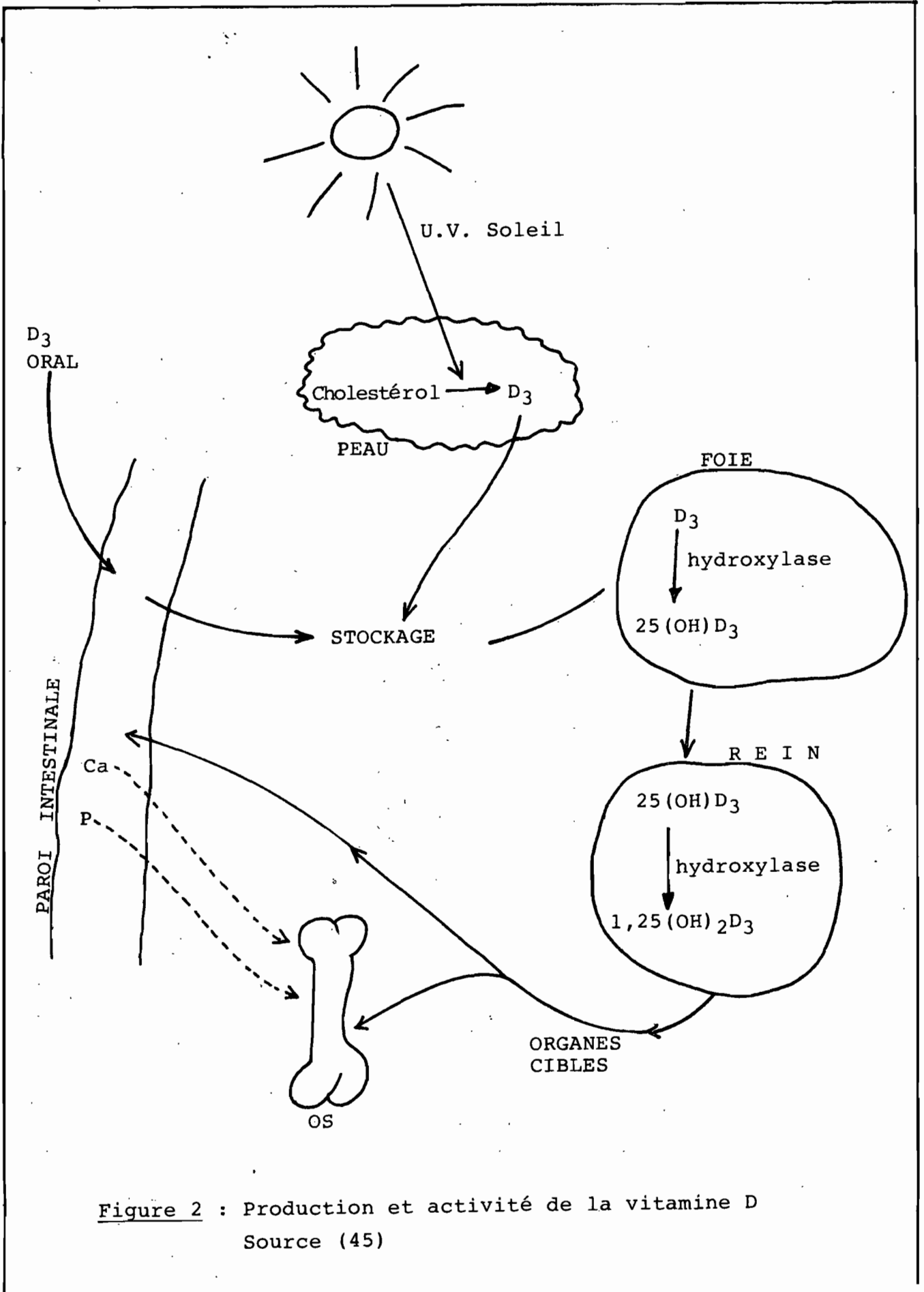


Figure 2 : Production et activité de la vitamine D
Source (45)

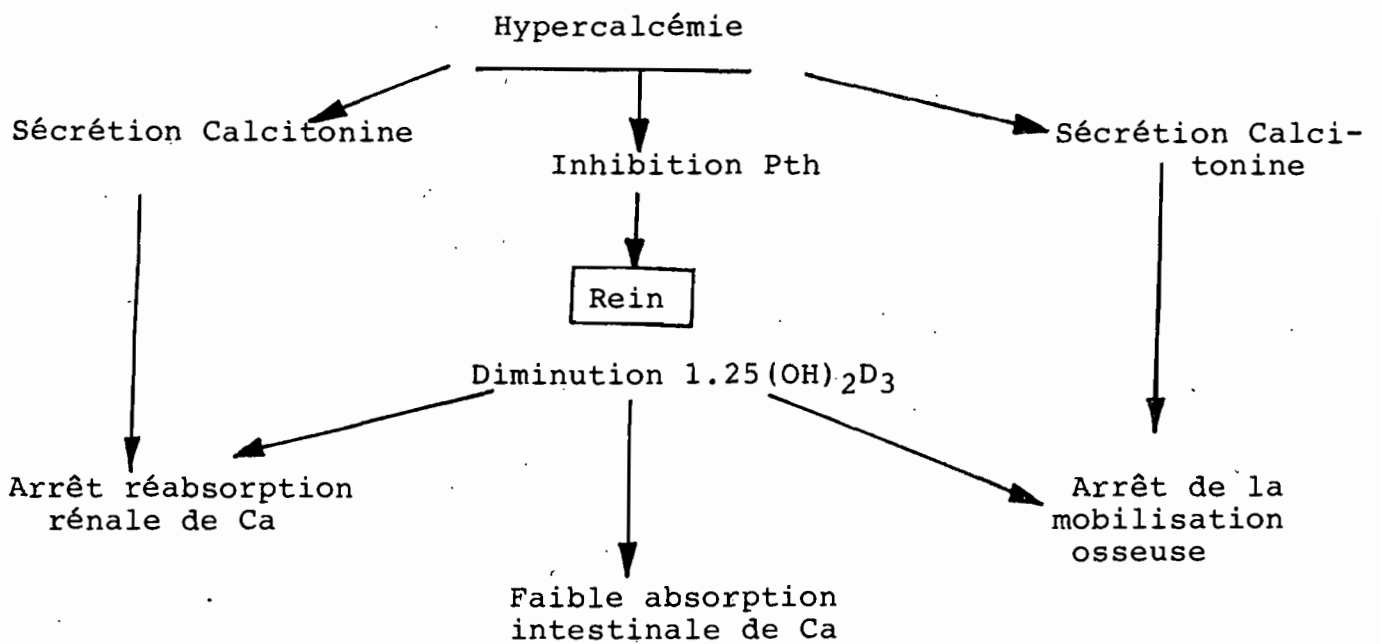


Figure 3 : Rôle de la calcitonine dans la régulation de la calcémie

Source (34)

4.4 - Autres facteurs nutritionnels

L'absorption intestinale n'est pas toujours une condition suffisante à la bonne rétention du calcium alimentaire. Divers facteurs nutritionnels peuvent influencer directement sur la rétention du calcium absorbé, en modifiant son accrétion osseuse. Ainsi l'incorporation osseuse du calcium absorbé semble dépendre, non seulement de la quantité relative de phosphore disponible, mais aussi du degré de simultanéité des entrées respectives du calcium et du phosphore (25).

4.4.1 - Influence de l'apport quantitatif de phosphore sur le métabolisme calcique

4.4.1.1- Carence en phosphore

La carence en phosphore, associée à un apport normal ou élevé de calcium, conduit à une hypercalciurie et à une déminéralisation osseuse. Cet effet de la carence en phosphore a été récemment étudié chez le rat par MATHIEU et coll (36) et par BAYLINK et coll (1) qui observent une ostéolyse accrue et démontrent, après suppression des parathyroïdes que la parathormone n'intervient pas dans ce phénomène. L'ostéolyse ainsi provoquée serait électivement minérale, d'après MATHIEU et coll (36) puisque l'hydroxyprolinurie n'est pas augmentée. La carence en phosphore n'est donc pas favorable à l'utilisation osseuse du calcium absorbé.

4.4.1.2 - Excès relatif de phosphore

Un excès relatif de phosphore conduisant à un rapport Ca.absorbé/P.absorbé inférieur à l'unité, favorise l'accrétion osseuse du calcium et diminue son élimination urinaire. Toutefois si l'excès est important et prolongé, l'hypocalcémie ainsi provoquée conduit à un hyperparathyroïdisme secondaire entraînant une augmentation de la résorption minérale osseuse. Ce constat a été fait chez le chat, le cheval, le porc et tout

récemment chez le rat par plusieurs auteurs cité par GUEGUEN (25).

Cependant, lorsque l'excès de phosphore n'est pas trop prononcé, il ne se produit pas de réaction hormonale et l'effet sur la rétention du calcium est alors bénéfique.

L'équilibre Ca/P le plus favorable à une bonne rétention osseuse des deux éléments semble se situer entre 2 et 3 pour les quantités ingérées et être voisin de 2 pour les quantités absorbées, l'utilisation digestive du calcium alimentaire étant en général inférieure à celle du phosphore.

4.4.2 - Influence de l'apport qualitatif de phosphore sur le métabolisme calcique

Il s'agit d'une étude de l'influence de la simultanéité des entrées respectives du calcium et de phosphore.

4.4.2.1 - Cinétique de l'apport de phosphore

Dans un essai sur lapin en croissance, GUEGUEN et TRUELLE (36) réalisent un décalage de 24 heures entre les apports alimentaires des deux éléments et effectuent des bilans journaliers durant 32 jours. Ils constatent que le calcium et le phosphore sont très bien absorbés l'un en absence de l'autre mais que l'apport alterné des deux éléments conduit à une élimination urinaire très accrue de phosphore surtout du calcium. Il est intéressant de constater que les apports simultanés favorisent la rétention du phosphore absorbé (54 au lieu de 36 %) et surtout du calcium absorbé (69 au lieu de 28%). Ces résultats confirment les conclusions d'une expérience analogue réalisée sur le poulet par NELSON et coll (41) qui ont montré que la minéralisation osseuse était beaucoup plus faible lorsque les apports de Ca et de P sont alternés.

La simultanéité des apports des deux éléments est une condition plus nécessaire que leur régularité.

4.4.2.2 - Nature chimique de la source de phosphore

Les variations de l'accrétion minérale osseuse en fonction de la qualité de l'apport alimentaire de phosphore peuvent ne pas dépendre seulement de la cinétique de son absorption intestinale mais aussi du passage de molécules phosphorées inhibitrices de la minéralisation osseuse. Cas des polyphosphates (46) et des polyphosphonates (48).

En dehors de tout contrôle hormonal ou vitaminique, la quantité relative, la cinétique d'apport et la nature chimique du phosphore ingéré influent de façon considérable sur l'accrétion osseuse et sur l'excrétion urinaire du calcium alimentaire plus importante chez l'homme et le lapin que chez la plupart des autres espèces (25).

Or, d'une manière générale, l'ingestion du Ca et du P alimentaire est fonction de certains facteurs s'intégrant dans le cadre général du contrôle de la consommation alimentaire.

CHAPITRE III : REGULATION PHYSIOLOGIQUE DE LA PRISE DE NOURRITURE CHEZ LE POULET DE CHAIR

1 - MECANISMES GENERAUX DU CONTROLE DE LA PRISE DE NOURRITURE

1.1 - Les centres de régulation de la prise de nourriture

Les différents centres intervenant dans le contrôle de la prise de nourriture sont présentés dans la figure 4. D'une manière classique, deux centres jouent un rôle important :

- les noyaux ventro-médians (N.V.M) de l'hypothalamus considérés comme le centre de la satiété ;
- l'hypothalamus latéral (H.L) impliqué dans le contrôle de l'appétit ou de la faim.

1.2 - Fonctionnement des centres de la prise de nourriture

Les noyaux ventro-médians de l'hypothalamus (N.V.M), centre de la satiété inhibent l'hypothalamus latéral (H.L), qui est le centre de l'appétit. Entre ces 2 centres, les informations nerveuses sont transmises par des neuromédiateurs spécifiques dont leur connaissance a permis à développer un certain nombre de drogues à effet anorexique ou, au contraire, stimulant l'appétit (figure 4). Les noyaux ventro-médians (N.V.M) sont sensibles aux α agonistes (présence de récepteurs adrénergiques) qui réduisent son activité donc stimule l'appétit. L'hypothalamus latéral (H.L) renferme des récepteurs β adrénergiques dont la stimulation réduit l'activité du H.L donc réduit l'appétit.

A côté de ce premier contrôle adrénergique existe un contrôle du centre (N.V.M) de l'hypothalamus par la sérotonine. Ce neuromédiateur est dérivé du tryptophane. Il stimule le (N.V.M) de l'hypothalamus et exerce donc un effet anorexique. Son action passerait par la médiation de la CCK qui, elle,

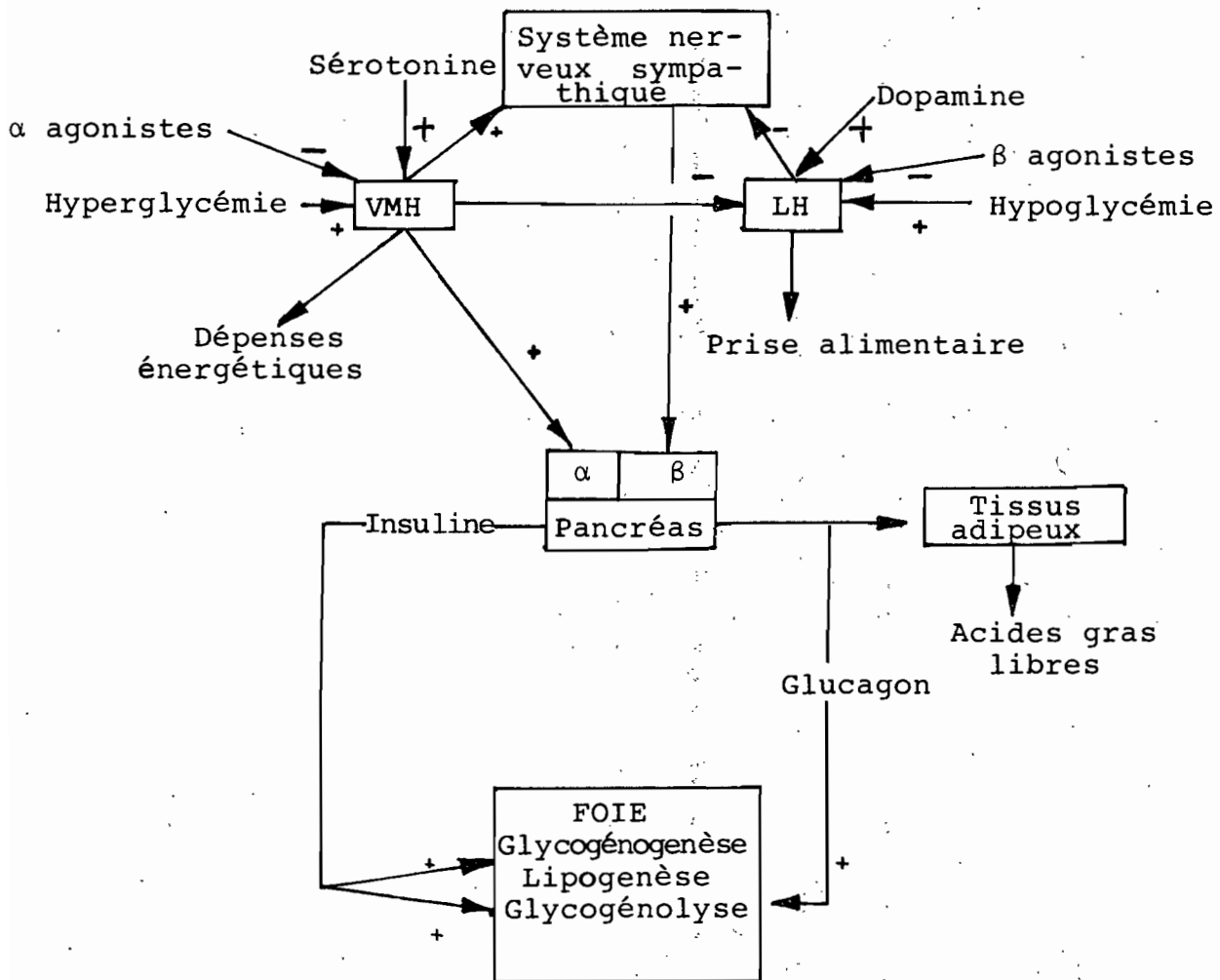


Figure 4 : Rôle des noyaux ventro-médians (N.V.M) de l'hypothalamus et de (H.L) dans le contrôle de l'appétit.

Source (34)

réduirait l'activité du H.L. Les β agonistes eux-mêmes, agiraient par l'intermédiaire du T.R.H (thyrotropine releasing hormone) qui inhiberait le H.L. Ce dernier centre est en outre sous contrôle dopaminergique. La dopamine interviendrait en stimulant la production d'opiacées endogènes (β endorphine) qui, elles-mêmes, déclencheraient l'appétit et la prise d'aliment. L'H.L remplirait une fonction de contrôle de la prise alimentaire, le N.V.M, lui, le contrôle des flux énergétiques par son action sur le transit digestif (vidange gastrique, sécrétion gastrique...), de la sécrétion du pancréas endocrine et par son contrôle sur le système nerveux sympathique. Chez de nombreux mammifères, des analogues de la dopamine ou des catécholamines tels que l'amphétamine, l'éphédrine, fenfluramine présentent des effets anorexiques.

1.3 - Mise en jeu des centres régulateurs de la prise de nourriture (cf figure 5)

1.3.1 - Rôle des facteurs nerveux

Les signaux d'information du cortex cérébral proviennent directement de l'aliment (forme, odeur, couleur, etc.), d'autres sont issus du tube digestif après introduction de l'aliment et proviennent des cellules réceptrices sensibles à des paramètres tels que : le goût, la pression osmotique et la pression mécanique. Ces signaux peuvent agir sur les centres de régulation de la prise de nourriture, par l'intermédiaire du cortex.

1.3.2 - Rôle des facteurs métaboliques

Il existe des signaux métaboliques, le plus connu des métabolites est le glucose qui a donné lieu à la théorie "glucostatique" de l'appétit. (MATEI-VLADESCU et coll., 1977 ; SHURLOCK T.G.H et FORBES J.M., 1981 ; LACY et coll., 1982 ; ROBINZON et SNAPIR, 1983) cité par DIAW (10). Ces auteurs sont d'avis que l'hyperglycémie stimule le centre de la satiété. Par contre l'hypoglycémie stimule le centre de l'appétit.

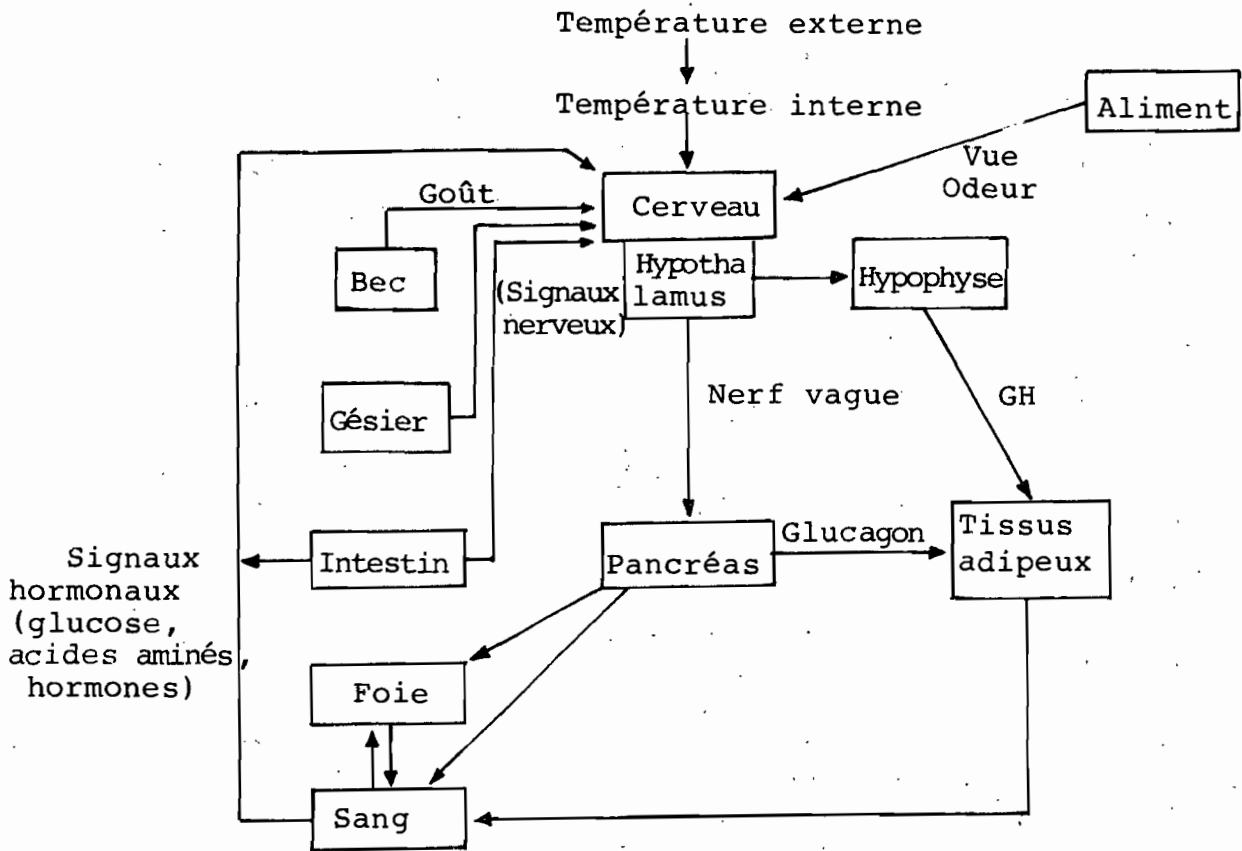


Figure 5 : Schéma général de régulation de l'appétit
Source (34)

Pour ce qui est des acides aminés et des acides gras non estérifiés, leur rôle semble cependant moins important que celui du glucose. Toutefois la carence en certains acides aminés, particulièrement en tryptophane, inhibe fortement l'appétit en stimulant une restriction alimentaire.

1.3.3 - Rôle des facteurs humoraux

La cholécystokinine ou CCK sécrétée par les cellules duodénales et déversée dans le sang entraîne une réduction rapide de l'appétit, cela est valable pour la bombésine produite par le cerveau et le tube digestif. Comme autres substances pouvant abaisser la consommation alimentaire : le polypeptidique pancréatique, la somatostatine et la T.R.H.... L'insuline, elle-même de par sa concentration dans le cerveau via le liquide céphalo-rachidien, pourrait jouer un rôle dans le déclenchement de la satiété.

2 - PARTICULARITES DE LA REGULATION DE LA PRISE DE NOURRITURE CHEZ LE POULET DE CHAIR

2.1 - Le comportement alimentaire

Les poussins ne picorent pas avant le deuxième jour suivant l'éclosion. Selon PARENT et coll (44), la distribution de la provende de démarrage sur des simples feuilles de carton ou dans des assiettes facilite leur préhension, le bruit provoqué par les coups de bec incite les poussins à consommer davantage. Les oiseaux domestiques consomment leur aliment de façon régulière en période d'éclaircissement. Chez la poule pondeuse, la consommation de cette dernière augmente en fin de journée si celle-ci va entrer en phase de calcification de l'œuf qui sera pondue le lendemain ; il s'agit là d'un appétit spécifique pour le calcium. Selon FESNEAU (18), les poulets grattent vigoureusement lorsque le grain est éparpillé dans leur litière. Ils ont besoin d'un espace alimentaire, qui augmente avec leur croissance. De même, ils picorent et mangent plus en présence de compagnons. Il y a souvent un oiseau dominant sur le

groupe qui peut aller jusqu'à se forcer et se gaver de grains, uniquement afin de diminuer la consommation alimentaire des oiseaux les plus dominés. Ainsi, le nombre de poules ou poulets en train de manger à un instant donné dépend des relations de dominance, de l'état de faim et de l'espace alimentaire.

2.2 - Facteurs déterminant l'appétit

2.2.1 - Facteurs nerveux

- **La forme de l'aliment**

Les oiseaux sont très sensibles aux formes. En effet, les oiseaux habitués à une forme de présentation (granulés) mettent un certain temps à s'adapter à une forme différente (farine ou graine entière) par exemple.

- **L'odorat**

L'oiseau a la réputation d'être peu sensible à l'odeur, en tout cas moins sensible que les mammifères. L'olfaction étant faiblement développée chez l'oiseau. De même la destruction des bulbes olfactifs chez le poulet ne modifie en rien le comportement préférentiel envers les différentes nourritures présentées (18).

- **La couleur**

Elle semble exercer, elle aussi peu d'influence sur l'oiseau.

- **Le goût**

Il est admis que les oiseaux sont moins sensibles que les mammifères à un certain nombre de substances susceptibles d'augmenter l'appétence de l'aliment (sucre, arôme, etc.) ou, au contraire, de la réduire (amertume...). Par exemple l'amertume de tourteau de colza gêne beaucoup plus les porcs, bovins, rongeurs que les oiseaux. Cette particularité des oiseaux est due au nombre relativement faible de papilles gustatives chez les oiseaux (35).

- Les signaux physiques

Ceux-ci stimulent les récepteurs du jabot, et dans une moindre mesure, le reste du tube digestif. Ces récepteurs sont sensibles à la pression qu'ils subissent. Leur stimulation transmise au cerveau est intégrée dans le signal conduisant à la satiété. C'est le cas de certaines espèces et certains génotypes, chez qui ces récepteurs sont prépondérants, et qui sont sensibles à la concentration énergétique de l'aliment ou à sa forme de présentation.

- Les récepteurs osmotiques

Ils existent aussi parce que l'infusion de solution très riche en chlorure de potassium ou en sorbitol dans le jabot ou dans le duodénum ralentissent l'ingestion d'aliment.

2.2.2 - Facteurs métaboliques

L'appétit des oiseaux est étroitement lié à leurs dépenses énergétiques. Tous les facteurs qui diminuent ou augmentent la dépense énergétique retentissent sur l'appétit.

L'hyperglycémie diminue l'appétit et l'hypoglycémie le stimule.

- La concentration énergétique de l'aliment

Un aliment pauvre en énergie métabolisable augmente son ingestion par l'oiseau, le revers de la médaille est observé lorsque la concentration énergétique de l'aliment est élevée. Ceci est surtout valable pour les oiseaux de petits formats, pas pour les reproductrices chair et les génotypes lourds (Figure 6).

- Constituants pariétaux (cellulose)

Ceux-ci limitent l'ingestion des aliments, par contre la présentation de l'aliment en forme de granulés augmente la prise de nourriture.

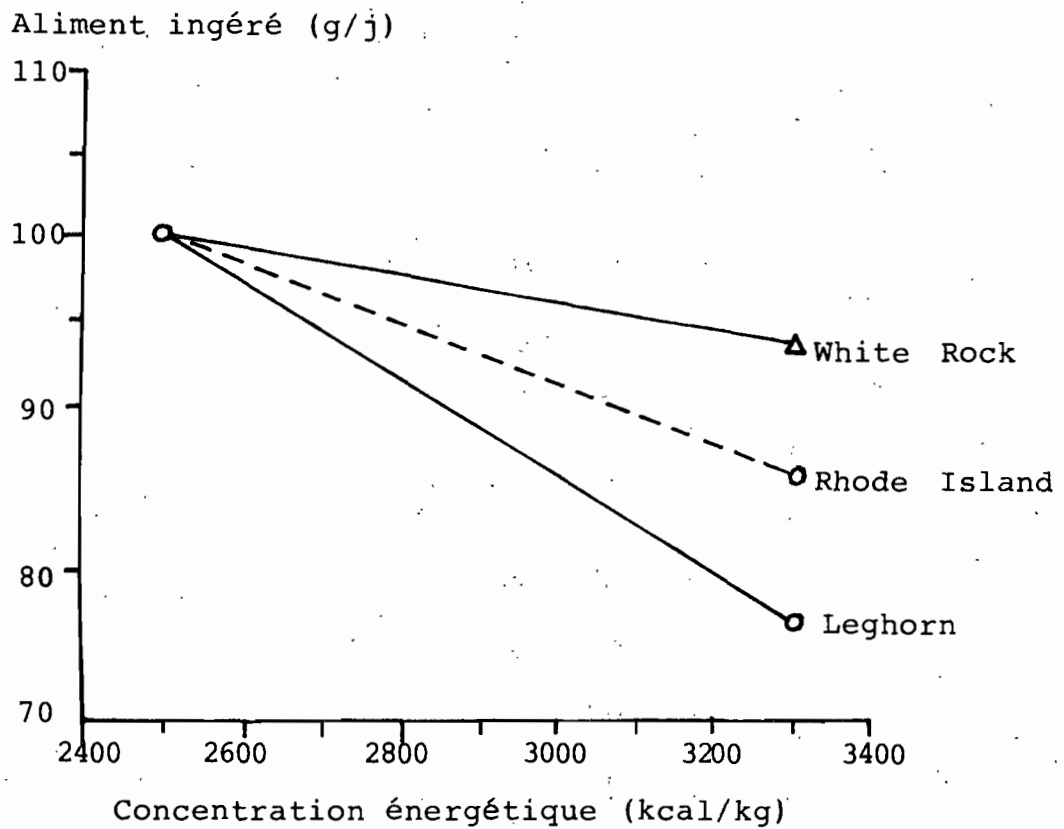


Figure 6 : Influence de la concentration énergétique de l'aliment sur l'ingéré énergétique quotidien selon l'origine génétique des poules.

Source (34)

- La teneur en protéines de l'aliment

Chez l'adulte à l'entretien cette teneur n'influence pas l'appétit, même si celle-ci est proche de zéro.

Par contre les teneurs élevées peuvent induire des symptômes d'inappétences (élévation excessive de l'uricémie).

Chez le poulet en croissance, lorsque le besoin énergétique est couvert les excès de protéines réduisent modérément l'appétit sans altérer la croissance.

- La teneur en minéraux de l'aliment

Les carences comme les excès en sodium, chlore, calcium réduisent de façon notable l'appétit.

Les carences en vitamines et oligo-éléments, les facteurs anti-nutritionnels réduisent l'appétit des oiseaux.

Le poulet en croissance exprime un appétit spécifique pour le calcium, le phosphore, le zinc et la vitamine B₁.

2.2.3 - Facteurs climatiques

L'élévation de la température entraîne une réduction de l'appétit. Au-dessus de la température de neutralité thermique, l'appétit décroît rapidement et l'animal se trouve en déficit alimentaire de plus en plus accentué. Ce déficit constitue l'une des causes de réduction des performances de croissance en climat chaud.

DEUXIEME PARTIE

ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

1 - MATERIEL

1.1 - Matériel animal

Les essais ont porté sur 105 poulets de souche "Jupiter blanc", âgés de 1 jour au départ.

1.1.1 - Conditions de maintenance

Deux salles du service de physiologie-pharmacodynamie thérapeutique de l'E.I.S.M.V (Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaire de Dakar) ont été utilisées pour l'élevage des oiseaux. Une première salle de 6 m² de superficie qui a été au préalable lavée à l'eau savonneuse puis désinfectée à l'acide chlorhydrique pur et au crésyl. Cette salle dont la température ambiante a été maintenue à $30 \pm 2^\circ\text{C}$ en moyenne grâce à une lampe chauffante électrique, a servi à élever les poulets de la première à la 3^e semaine d'âge. A partir de la quatrième semaine d'âge, les poulets ont été transférés dans la seconde salle d'une superficie de 54 m² qui a également été au prime abord nettoyée puis désinfectée. La température ambiante dans cette salle où les poulets ont été élevés jusqu'à l'âge d'abattage (8^e semaine d'âge), a été en moyenne de $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

L'éclairage de cette salle a été assuré la nuit par des ampoules néons et le jour par la lumière solaire.

Dans chacun des 2 locaux, le plancher a été couvert de sciure de bois permettant d'absorber l'humidité contenue dans les matières fécales des oiseaux.

1.1.2 - Traitement sanitaire

Les poussins âgés d'un jour, dès leur arrivée à l'E.I.S.M.V ont été vaccinés contre la maladie de New Castle. Nous avons utilisé du Pestos 100 (flacon de 100 doses) le premier jour, et le vingt et unième jour (21^e j) le LosataND sec

(flacon de 1000 doses) pour le rappel vaccinal contre la maladie de New Castle ou la Pseudo-peste aviaire.

Les poulets ont été aussi vaccinés contre la maladie de Gumboro avec du Bursa-VACND le 12ème jour (flacon de 1000 doses).

1.1.2.1 - Les posologies et les voies d'administration

Pour le Pestos 100 : HB₁ (Hitchner B₁) : un flacon de 1000 doses pour 0,5 litre d'eau distillée soit 50 ml d'eau distillée pour un flacon de 100 doses.

La voie d'administration utilisée était la voie occulo-nasale, c'est-à-dire une goutte de la solution vaccinale dans l'œil, et une autre dans les cavités nasales à l'aide d'une micropipette. Pour la maladie de Gumboro. Nous avons dilué le flacon de 1000 doses dans un litre d'eau distillée réfrigérée, ensuite nous avons prélevé 100 ml de la solution vaccinale à laquelle nous avons ajouté 1 litre d'eau distillée réfrigérée. Le vaccin était administré par voie orale dans l'eau de boisson après avoir assoiffé les poulets pendant 2 heures de temps afin de permettre à tous les poulets de boire la solution vaccinale. Pour le rappel contre la maladie de New Castle le 21^e jour, nous avons suivi le même protocole que celui utilisé dans la maladie de Gumboro, la seule différence est notée au niveau des dilutions avec l'adjonction de 2 litres d'eau distillée réfrigérée à 100 ml de la solution vaccinale.

Pendant la période de démarrage-croissance, les oiseaux ont reçu également un antistress : le FT 15 après chaque opération de manipulation (vaccination, pesée, mesure de la longueur des tibias).

A défaut d'un anticoccidien dans les aliments expérimentaux, les poulets ont reçu à titre préventif dans l'eau de boisson un anticoccidien (baycox à 2,5%) à raison de 1 ml dans un litre d'eau de boisson en continu pendant 48 heures (les 16 et 17^e jour, le 23 et 24^e jour et le 37 et 38^e jour). Le temps d'attente de 12 jours a été respecté parce que les poulets ont été abattus le 58^e jour.

1.2 - Aliments

Durant la première période de l'élevage (4 semaines), l'alimentation a été effectuée par une ration dite de démarrage-croissance. Il y avait trois types d'aliments. Ces aliments ne différaient entre eux que par la source de phosphore (Tableau VII).

Aliment 1 : renfermait du phosphate bicalcique anhydre qui titrait 17 % en phosphore et 23 % en calcium.

Aliment 2 : renfermait du phosphate tricalcique qui titrait 19,5 % en phosphore et 37 % en calcium.

Aliment 3 : renfermait du polyfos qui titrait 16 % en phosphore selon les analyses réalisées au laboratoire de l'E.I.S.M.V et 6,4 % en calcium selon la société sénégalaise des phosphates de Thiès (S.S.P.T).

Ces différents types d'aliments ont été préparés selon les méthodes préconisées par PARENT et coll (41).

Les différentes matières premières qui composaient ces aliments ont été broyées et mélangées à la ferme de l'école vétérinaire.

Tableau VII : Tableau récapitulatif de la composition centésimale des 3 types d'aliments : démarrage-croissance.

| Matières premières | Taux d'incorporation en kg | | |
|------------------------------|----------------------------|-----------|-----------|
| | Aliment 1 | Aliment 2 | Aliment 3 |
| Maïs | 55 | 55 | 55 |
| Tourteau d'arachide | 23 | 23 | 23 |
| Farine de poisson | 10 | 10 | 10 |
| Farine de riz | 7,53 | 7,53 | 7,53 |
| Phosphate bicalcique anhydre | 3,53 | - | - |
| Phosphate tricalcique | - | 3,27 | - |
| Polyfos | - | - | 3,98 |
| Sel | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| Méthionine | 0,09 | 0,09 | 0,09 |
| Lysine | 0,18 | 0,18 | 0,18 |
| Prémix | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Carbonate de chaux | 1,15 | 0,26 | 1,73 |
| Bacithracine | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Total | 101,0 | 100,0 | 101,0 |

A partir du début de la cinquième semaine, un aliment préparé dans les conditions précédentes et dit de finition a été utilisé du jour 29 au jour 56.

Tableau VIII : Tableau récapitulatif de la composition centésimale des 3 types d'aliments : finition.

| Matières premières | Taux d'incorporation en kg | | |
|------------------------------|----------------------------|-----------|-----------|
| | Aliment 1 | Aliment 2 | Aliment 3 |
| Maïs | 46 | 46 | 46 |
| Farine de poisson | 4 | 4 | 4 |
| Tourteau d'arachide | 16 | 16 | 16 |
| Farine de riz | 21,5 | 21,5 | 21,5 |
| Son de riz | 8 | 8 | 8 |
| Phosphate bicalcique anhydre | 2,82 | - | - |
| Phosphate tricalcique | - | 2,46 | - |
| Polyfos | - | - | 3 |
| Sel | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| Méthionine | 0,20 | 0,20 | 0,20 |
| Lysine | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| Prémix | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Carbonate de chaux | 1,73 | 1,04 | 2,92 |
| Total | 101,0 | 100,0 | 102,0 |

1.3 - Matériel d'alimentation

Ce matériel se compose :

- de mangeoires en tôle fabriqués localement de dimensions réduites (93 cm x 7 cm x 4 cm) utilisés pendant les 2 premières semaines.

- de mangeoires en tôle, également de fabrication locale, de plus grandes dimensions (94 cm x 15 cm x 7 cm) utilisés du jour 15 au jour 56.

- d'abreuvoirs en plastique de type siphon de 1,5 l de volume ont été utilisés pour le démarrage croissance, et de 3 l pour la finition.

1.4 - Matériel de laboratoire

- Une balance de marque Mettler P2000 (0,001 à 2 000 g)
- Une balance de marque chinoise P15000 (0,5 à 15 000 g)
- Trois manches de scalpel
- Deux lames de scalpel
- Un double décimètre
- Un thermomètre mural
- Une balance analytique (0,1 mg)
- Mortier en fer
- Cartouches d'extraction
- Ballons de Kjeldahl ou digesteur
- Pipettes de 10 ou 20 ml et les propipettes
- Büchi ou installation de distillation
- Burettes ou titrimètres de 0,1 ml de graduation
- Extraction de Soxhlet
- Etuve réglable
- Tubes à essai
- Dessiccateur plus absorbant universel
- Bain-Marie
- Hotte d'extraction
- Four à moufle réglable à 550 °C
- Plaque chauffante

- Spectrophotomètre
- Béchers ou erlenmeyers de 250 ml
- Des creusets en porcelaine
- Papiers filtres
- Des creusets en verre fritté porosite 2
- Filtre sous vide.

Une partie du matériel de laboratoire a servi non seulement aux analyses chimiques des différents types d'aliments mais aussi au dosage du calcium et du phosphore osseux contenus dans les cendres. L'autre partie a servi à la pesée, à la mesure de la longueur du tibia, au prélèvement de sang et des tibias et à la prise quotidienne de températures ambiantes des salles utilisées pour l'élevage.

2 - PROTOCOLE EXPERIMENTAL

2.1 - Constitution des lots de poulets

Sur les 105 poussins d'un jour, 9 ont été sacrifiés dès le départ pour obtenir des valeurs de référence de la calcémie, de la phosphatémie et des teneurs du squelette en cendres, calcium et phosphore.

Les 96 autres poussins ont été répartis en 3 lots de 32 (lot 1, 2 et 3) ayant reçu pendant les 4 premières semaines c'est-à-dire pendant la période démarrage-croissance, les aliments de démarrage dont l'apport en phosphore est représenté respectivement par le phosphate bicalcique (Aliment 1), le phosphate tricalcique (Aliment 2) et le polyfos (Aliment 3) conformément au Tableau VII.

Pour séparer les différents lots de poussins, la salle de 6 m² prévue pour l'élevage des poulets pendant la phase démarrage-croissance, a été divisée en 3 compartiments de 2 m² environ par des murs en briques d'une hauteur de 0,57 m (Photo 1). Chaque compartiment étant alimentée par une ampoule de 40 watts qui jouait le rôle à la fois d'éclairage et de chauffage le compartiment. La température au niveau de chacun des compartiments était de 30 ± 1°C au départ. Mais à partir de la 3e semaine, la lampe chauffante électrique placée dans la salle a été supprimée, les volets latéraux furent à moitié ouverts et la température ambiante dans la salle était tombée à 27 ± 1 °C.

En raison de l'étroitesse de cette première salle et compte tenu de la croissance des poulets, ces derniers ont été transférés dans la seconde salle plus ^{large} à la fin de la 3e semaine d'âge. Ladite salle a également été divisée en 3 compartiments de 4 m² environ par des murs en briques de 0,57 m de hauteur, pour accueillir respectivement les lots de poulets déjà constitués. Les différents lots d'oiseaux ont continué à recevoir les mêmes types d'aliment (aliments démarrage-croissance) jusqu'à la fin de la 4^{ème} semaine d'âge.

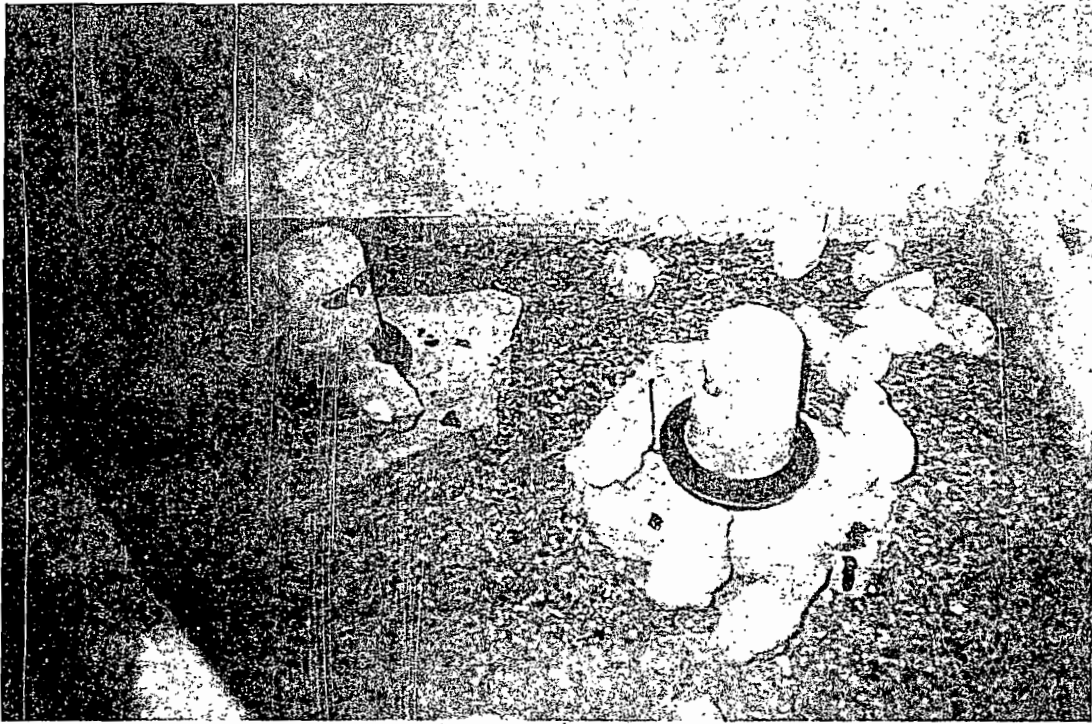


Photo 1 : Présentation dans la salle de démarrage d'un lot de poussins âgés de 4 jours.

A partir de la 5^{ème} semaine d'âge qui coïncide avec le début de la période de finition, chaque lot de poulets a été divisé en 2 autres lots de 16 (photo 2) occupant chacun la moitié du compartiment correspondant. Cette disposition a été prise pour faciliter l'alimentation, les différentes mesures mais aussi l'analyse statistique des données. Au cours de cette 2^e phase d'élevage, les poulets ont été alimentés par des aliments dits de finition dont la composition n'a différé que par la nature du phosphore (Tableau VIII).

2.2 - Evaluation de la consommation alimentaire

Durant toute la période expérimentale, chaque lot de poulets a reçu de l'aliment solide et de l'eau *ad libitum*.

2.2.1 - Pendant la phase de démarrage-croissance

Les aliments ont été distribués deux fois par jour : le matin et l'après-midi. Afin de réduire le stress, la mesure des quantités d'aliments consommés a été faite hebdomadairement par la différence entre les quantités distribuées journalièrement et les quantités restantes en fin de semaine. La mesure de la quantité d'eau consommée a été faite aussi par semaine. L'eau a été distribuée à des heures variables. Avant chaque renouvellement les quantités d'eau restantes sont mesurées. La différence entre les quantités d'eau données et les quantités d'eau refusées correspond ainsi aux quantités consommées. La somme des quantités consommées au cours des 7 jours de la semaine donne la consommation hebdomadaire.

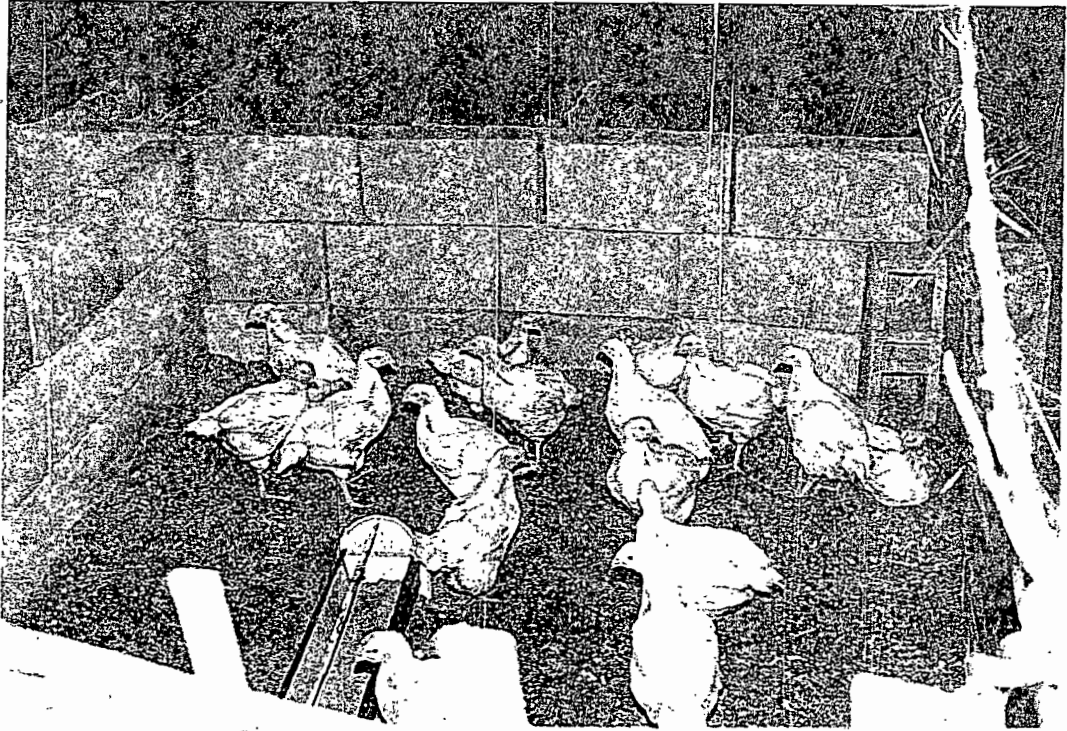


Photo 2 : Présentation des poulets dans les sous-compartiments à partir de la 5^{ème} semaine d'âge.

2.2.2 - Pendant la phase de finition

Les aliments ont été distribués, une fois par jour, le matin. La mesure des quantités d'aliments consommés a été faite quotidiennement par la différence entre les quantités distribuées la veille et les quantités refusées le lendemain. L'eau a été distribuée 2 fois par jour pour chaque lot à 7 heures et à 16 heures. Avant chaque renouvellement les quantités d'eau refusées sont mesurées. La différence entre les quantités données et les quantités refusées correspond ainsi aux quantités consommées. La somme des quantités d'eau consommée pendant les 2 périodes de prélèvement donne la consommation d'eau par jour pour les différents lots de poulets.

2.3 - Evaluation des performances de croissance

Les performances de croissance des différents lots de poulets ont été évaluées en tenant compte de l'évolution pondérale et de la longueur des tibias.

2.3.1 - Pesée des poulets

Au début de l'expérimentation, dans chaque lot, le poids des poussins a été déterminé individuellement. Pendant les huit semaines d'élevage, les poulets des différents lots ont été pesés individuellement une fois par semaine. A la fin des essais, 10 poulets par lot ont été pris au hasard pour évaluer le poids vif, le poids de l'oiseau plumé, le poids des viscères et le poids de la carcasse.

2.3.2 - Mesure de la longueur des tibias

Au cours du 1^{er} mois d'élevage, 16 poulets étaient pris au hasard dans chaque lot pour mesurer individuellement la longueur des tibias, une fois par semaine. A partir de la 5^e semaine d'âge, la mesure de la longueur des tibias a porté sur tous les poulets de chaque lot, selon la même fréquence que pour la pesée.

2.4 - Métabolisme phosphocalcique

L'étude du métabolisme phosphocalcique a consisté à déterminer en fonction du type de ration, les variations de la calcémie, de la phosphatémie mais aussi de la teneur en cendres, calcium et phosphore du squelette chez les poussins d'un jour et les poulets à l'âge d'abattage (58 jours).

2.4.1 - Mesure de la calcémie et de la phosphatémie

a) Prélèvement du sang

Neuf poussins âgés d'un jour, mais aussi 10 poulets de 58 jours de chaque lot ont été choisis au hasard puis sacrifiés par section du cou. Le sang a été recueilli dans des tubes secs en plastique puis laissé reposer pendant 35 à 40 minutes avant d'être centrifugé à 1200 tours par minute pendant vingt minutes. Le sérum a été ensuite récolté et conservé au congélateur à -20 °C avant les analyses de laboratoire.

b) Dosage de la calcémie (50)

- Principe

Il s'agit d'un dosage colorimétrique du calcium, sans déprotéinisation avec l'indicateur bleu de méthylthymol. La présence de 8.hydroxyquinoléine évite l'interférence des ions Mg^{++} jusqu'à la concentration de 4 mmol/l (100 mg/l).

- Mode opératoire

Tableau IX : Réactifs

| | |
|---|--|
| Réactif N° 1 R ₁ | Ca ⁺⁺ 100 mg/l |
| Réactif de coloration R ₂ | Bleu de méthylthymol 80 mg/l 8.hydroxyquinoléine 1,6 g/l |
| Réactif alcalin R ₃ | Monoéthanolamine irritant 200 mg/l pH > 11 |

On prépare un blanc réactif qui sert à régler le zéro du spectrophotomètre. Ce blanc réactif est constitué de 2,5 ml de R₂ et 2,5 ml de R₃ (Tableau X).

Dans un tube contenant 50 µl de réactif étalon, on ajoute 2,5 ml de R₂ et 2,5 ml de R₃. Dans un autre tube contenant 50 µl de sérum, on ajoute 2,5 ml de R₂ et 2,5 ml de R₃ (Tableau X). Après lecture des densités optiques de la solution étalon et de l'échantillon (sérum) au spectrophotomètre, on obtient la teneur en calcium du sérum en appliquant la formule suivante :

$$\text{Teneur en calcium du sérum} = \frac{\text{D.O (échantillon)}}{\text{D.O étalon}} \times N$$

D.O = densité optique

N = valeur de l'étalon en mg/l

N = 100 mg/l ou 2,5 mmol/l.

Tableau X : Composition du blanc réactif de l'étalon et de la solution à doser

| | Blanc réactif | Etalon | Dosage |
|----------------|---------------|--------|--------|
| Echantillon | - | - | 50 µl |
| R ₁ | - | 50 µl | - |
| R ₂ | 2,5 ml | 2,5 ml | 2,5 ml |
| R ₃ | 2,5 ml | 2,5 ml | 2,5 ml |

c) Dosage de la phosphatémie (21)

Principe

Les ions phosphates réagissent avec le molybdate d'ammonium en solution acide pour former un phosphomolybdate d'ammonium. La mesure de l'absorbance est proportionnelle à la concentration en ions phosphates de l'échantillon.

Mode opératoire

Dans trois tubes contenant respectivement 0,02 ml de sérum, 0,02 ml de solution étalon et 0,02 ml d'eau distillée, on ajoute 1 ml de réactif (Tableau XI). Après avoir bien mélangé, on laisse reposer une minute à la température ambiante avant de

passer à la lecture des densités optiques du dosage et de l'étalon contre le témoin.

La teneur en phosphore du sérum (T.P.S) est obtenue par la formule suivante :

$$\text{T.P.S} = \frac{\text{D.O (échantillon)}}{\text{D.O étalon}} \times 40 \text{ (mg/l)}$$

Tableau XI : Concentration du réactif et de la solution étalon

| | |
|---------|--|
| Réactif | Molybdate d'ammonium 2 mmol/l Acide sulfurique 500 mmol/l |
| Etalon | Phosphore 40 mg/l (1,29 mmol/l) |

2.4.2 - Mesure de la teneur en cendres, Ca et P du squelette

a) Prélèvement des tibias

Les poussins âgés d'un jour (neuf au total), tout comme les poulets à l'abattage (10 de chaque lot) ont été sacrifiés par section du cou, plumés, les muscles de la cuisse enlevés à l'aide d'un scalpel. Les tibias ainsi mis à nu ont été prélevés et conservés au réfrigérateur avant les analyses de laboratoire.

b) Mesure de la teneur en cendres des tibias

La méthode consiste à placer des creusets contenant les os préalablement broyés dans un four à moufle à 550°C pendant 6 heures. On détermine ensuite le poids des cendres par le calcul suivant :

$$\text{Poids des cendres} = \{ \text{Poids du creuset vide} + \text{Poids de l'os calciné} \} - \{ \text{Poids du creuset vide} \}$$

$$\% \text{ Cendres} = \frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_0} \times 100$$

M_0 = poids du creuset vide

M_1 = poids du creuset + échantillon

M_2 = poids du creuset + cendres

c) Dosage du calcium osseux (39)

Principe

Les cendres obtenues après incinération des os sont traitées par de l'acide acétique. Le calcium est précipité sous forme d'oxalate de calcium. Après dissolution du précipité dans l'acide sulfurique, l'acide oxalique formé est titré par une solution de permanganate de potassium 0,1 N.

Mode opératoire

Les cendres contenues dans les creusets sont introduites dans un erlenmeyer de 250 ml. On y ajoute 20 ml d'acide acétique à 20 %, 10 ml d'eau bouillante, 10 ml d'oxalate d'ammonium à 10% et quelques gouttes de réactif : le rouge de méthyl.

La solution est ensuite portée au bain-Marie pendant 20 mn (jusqu'à ce que le précipité soit bien rassemblé au fond de l'erlenmeyer) avant d'être filtré puis rincé avec de l'eau bouillante puis de l'eau ammoniacale à 10 %. Le filtre est introduit dans l'erlenmeyer contenant 50 ml d'eau distillée chaude et dans lequel on ajoute 20 ml d'acide sulfurique à 20 % pour dissoudre le précipité. La solution est par la suite portée au bain-marie pendant 20 minutes et enfin titrée par du permanganate de potassium 0,1 N. Le pourcentage de calcium est déterminé par la formule suivante :

$$\% \text{ de calcium} = \frac{\text{KMnO}_4(\text{ml}) \times 2,004 \text{ mg}}{\text{Poids des cendres}} \times 100$$

KMnO_4 = permanganate de potassium

1 ml de KMnO_4 titre 2,004 mg de calcium.

d) Dosage du phosphore osseux (39)

Principe

Il s'agit d'abord d'une minéralisation des cendres obtenues après avoir introduit les os broyés dans le four à 550°C pendant 6 heures, suivi d'un traitement de la solution par le réactif vanadomolibdique et enfin de la mesure de

l'absorbance de la solution jaune ainsi obtenue au spectrophotomètre.

Mode opératoire

Après avoir introduit les cendres dans un ballon de Kjeldahl, on y ajoute 10 ml d'acide nitrique pur, puis 4 ml d'acide perchlorique. Le ballon est porté à ébullition pendant une dizaine de minutes. La solution est ensuite refroidie et transférée dans un ballon de 250 ml dans lequel on ajoute de l'eau distillée jusqu'à un volume de 250 ml. Après agitation du ballon contenant la solution, on prélève 2 ml de solution à doser et 2 ml de réactif vanadomolibdique qu'on introduit dans un tube à essai. Le tube à essai est agité ensuite laissé au repos pendant 10 minutes. Le spectrophotomètre est réglé au zéro avec le blanc réactif constitué de 2 ml d'eau distillée et 2 ml de réactif vanadomolibdique. Enfin, la solution à doser est introduite dans un étui, puis placée dans le spectrophotomètre pour la lecture de l'absorbance.

Le résultat est porté sur une courbe d'étalonnage.

Etalonnage

A partir d'une solution mère, on prépare une gamme étalon de concentration : 10 µg/ml, 20, 30, 40.

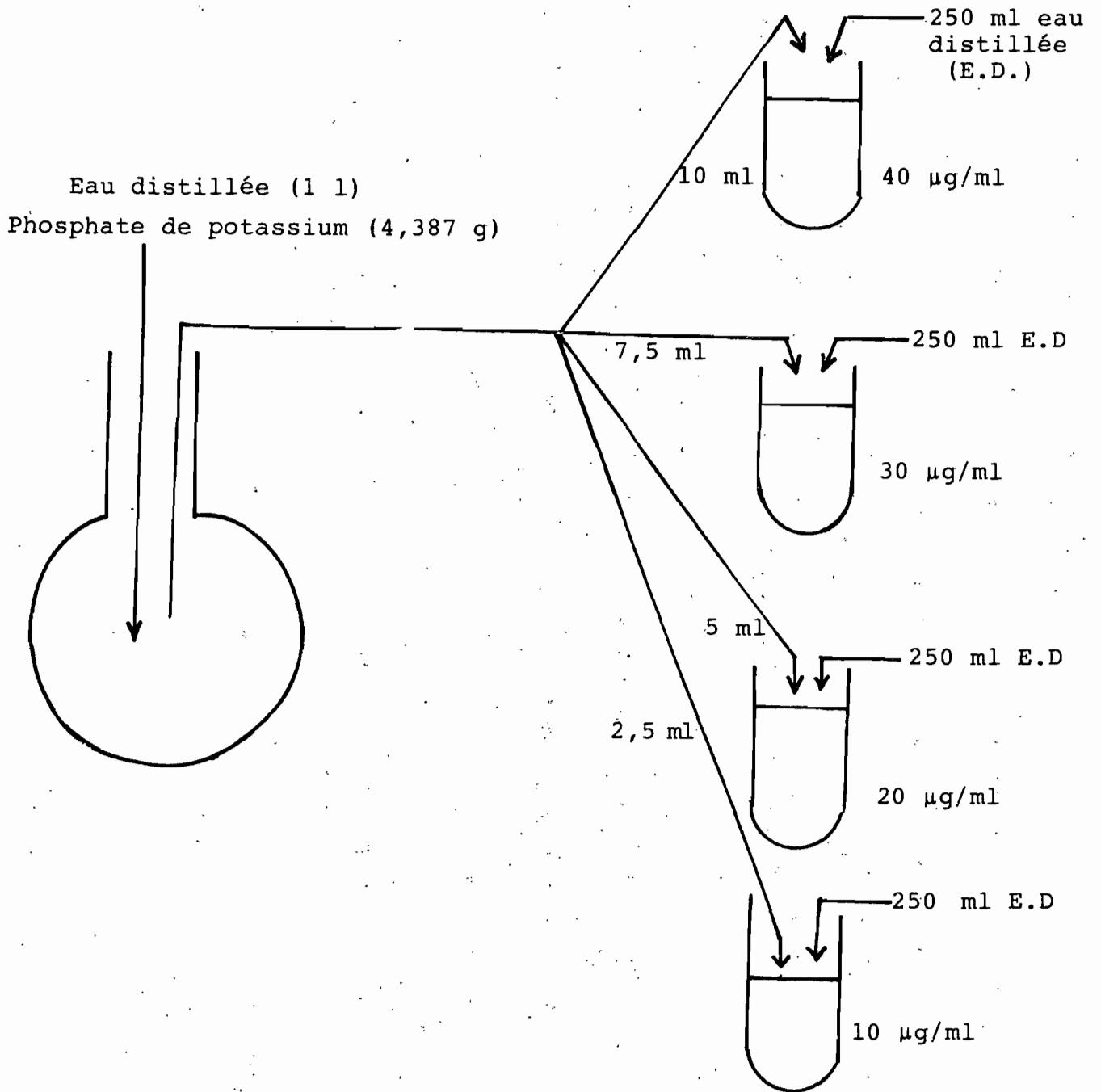


Figure 7. : Dilution de la solution mère

2.5 - Autres mesures et analyses

2.5.1 - Analyses chimiques des aliments

L'analyse chimique des différentes rations alimentaires a été faite :

- a) selon les méthodes décrites par DUCHE (11)
 - pour la matière sèche et le taux d'humidité.

La matière sèche est la partie de l'aliment ne contenant pas de l'eau.

- pour les cendres brutes

Les cendres brutes d'un aliment sont les résidus de la substance alimentaire obtenue après incinération à 550°C pendant 6 heures.

- b) selon les méthodes décrites par Kjeldahl (11)
 - pour les matières azotées totales (M.A.T.) ou protéines brutes.

- c) selon les méthodes décrites par Soxhlet (11)
 - pour les matières grasses brutes

Elles correspondent aux substances extraites sous reflux par de l'éther diéthylique.

- d) selon les méthodes décrites par WEENDE (11)
 - pour la cellulose brute.

L'énergie métabolisable EM (Kcal/kg.MS) a été déduite à partir de la formule de SIBBALD, 1980 cité par PARIGIBINI (45) :

$$EM/kg.MS = 3952 + 54,5 MG - 88,7 CB - 40,8 C.E$$

MG = matière grasse (P. 100)

CB = cellulose brute (en P.100)

CE = cendres brutes (en P.100)

Pour le calcium et le phosphore des aliments, les méthodes utilisées sont celles précédemment citées dans le cas du calcium et du phosphore osseux à la différence que, pour le phosphore et

le calcium des aliments, le dosage a été fait à partir de l'aliment frais et non des cendres.

2.5.2 - Analyses économiques

Nous avons procédé à une étude de rentabilité des différentes rations en tenant compte du coût des différents types d'aliments et du prix de vente des poulets de chair sur le marché sénégalais.

Le principe de la méthode a été de déterminer pour chaque type de ration le prix des quantités moyennes d'aliment consommées par poulet durant toute la période d'élevage et de faire la différence avec le prix de vente du poulet à terme en tenant compte du poids moyen, afin d'évaluer le bénéfice brut. Le calcul du prix de revient des aliments consommés a été fait en fonction des 2 périodes d'élevage dans la mesure où la consommation des différentes rations diffère entre la phase démarrage-croissance et la phase de finition.

2.5.3 - Analyses statistiques

Les résultats sont présentés sous forme de moyennes \pm écart type. La comparaison intra et inter-lots a été faite par une analyse de variance à facteurs répétés selon le test de Fisher. Les valeurs de ($P < 0,05$) ont été considérées comme significatives. Les consommations d'aliments solides et d'eau des différents lots de poulets ont été données par poulet et comparées par semaine. Il nous a fallu donc faire pour chaque lot, les moyennes des consommations hebdomadaires pour estimer la consommation d'aliments solides et d'eau par poulet et par semaine. De même, le poids moyen et la longueur moyenne des tibias des différents lots de poulets ont été déterminés en faisant les moyennes des mesures hebdomadaires pour évaluer le poids vif moyen et la longueur moyenne des tibias par poulet par semaine.

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSION

1 - RESULTATS

1.1 - Composition chimique des aliments

Les analyses de laboratoire des différentes rations que nous avons effectuées ont donné les résultats consignés dans les tableaux XII et XIII.

Tableau XII : Composition chimique de l'aliment de démarrage-croissance.

| Valeur nutritive calculée | Phosphate bicalcique Aliment 1 | Phosphate tricalcique Aliment 2 | Polyfos Aliment 3 |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------|
| Protéines brutes (p.100) | 23,4 | 23,5 | 23,2 |
| Cellulose brute (p.100) | 3,85 | 3,91 | 3,90 |
| Cendres brutes (p.100) | 9,66 | 10,18 | 14,34 |
| Calcium (p.100) | 1,21 | 0,78 | 1,2 |
| Phosphore (p.100) | 1,19 | 1,26 | 1,42 |
| Matières grasses (p.100) | 5,98 | 5,72 | 5,47 |
| Matières sèches | 90,59 | 90,73 | 91,31 |
| E.M/Kcal/kg MS | 3539 | 3500 | 3317 |

Tableau XIII : Composition chimique de l'aliment finition.

| Valeur nutritive calculée | Phosphate bicalcique Aliment 1 | Phosphate tricalcique Aliment 2 | Polyphos Aliment 3 |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| Protéines brutes (p.100) | 19,3 | 19,8 | 19,5 |
| Cellulose brute (p.100) | 7,90 | 7,93 | 7,95 |
| Cendres brutes (p.100) | 9,85 | 10,46 | 11,63 |
| Calcium (p.100) | 1,42 | 0,95 | 1,67 |
| Phosphore (p.100) | 0,97 | 0,97 | 0,96 |
| Matières grasses (p.100) | 5,77 | 4,85 | 5,25 |
| Matières sèches | 91,53 | 91,80 | 91,79 |
| E.M/Kcal/kg MS | 3162 | 3085 | 3057 |

1.2 - Influence de la source de phosphore sur la consommation alimentaire

1.2.1 - Consommation d'aliments solides

La consommation alimentaire moyenne des 3 lots de poulets est indiquée dans le tableau XIV et illustrée par la figure 8. D'une manière générale, quelque soit l'âge, il n'y a pas de différence significative ($P < 0,05$) entre les quantités d'aliments consommés par les différents lots de poulets. Néanmoins, globalement, devant la phase de démarrage-croissance, la quantité d'aliment ingérée par le lot 3 est supérieure à celle ingérée par le lot 2 qui lui-même consomme plus que le lot 1. Par contre pendant la période de finition, les poulets ayant comme source de phosphore, le phosphate bicalcique consomment plus que les poulets dont la source de phosphore est le phosphate tricalcique, ces derniers consommant à leur tour plus que les poulets recevant le polyfos.

Tableau XIV : Consommation alimentaire en fonction de l'âge pour les différents lots de poulets

| Consommation hebdomadaire d'aliments chez le poulet de chair (en g) | | | |
|---|---------------|----------------|----------------|
| Semaines | Lot 1 | Lot 2 | Lot 3 |
| 1 | 112,5 | 115,6 | 118,8 |
| 2 | 246,9 | 275,0 | 281,3 |
| 3 | 509,4 | 521,9 | 580,7 |
| 4 | 755,8 | 752,0 | 806,5 |
| 5 | 968,3 ± 25,9 | 890,6 ± 66,3 | 884,6 ± 31,2 |
| 6 | 1301,7 ± 73,1 | 1192,2 ± 11,1 | 1134,2 ± 83,7 |
| 7 | 1244,3 ± 31,7 | 1096,8 ± 119,3 | 1166,9 ± 103,4 |
| 8 | 1172,3 ± 58,0 | 1139,1 ± 81,8 | 1193,8 ± 79,6 |

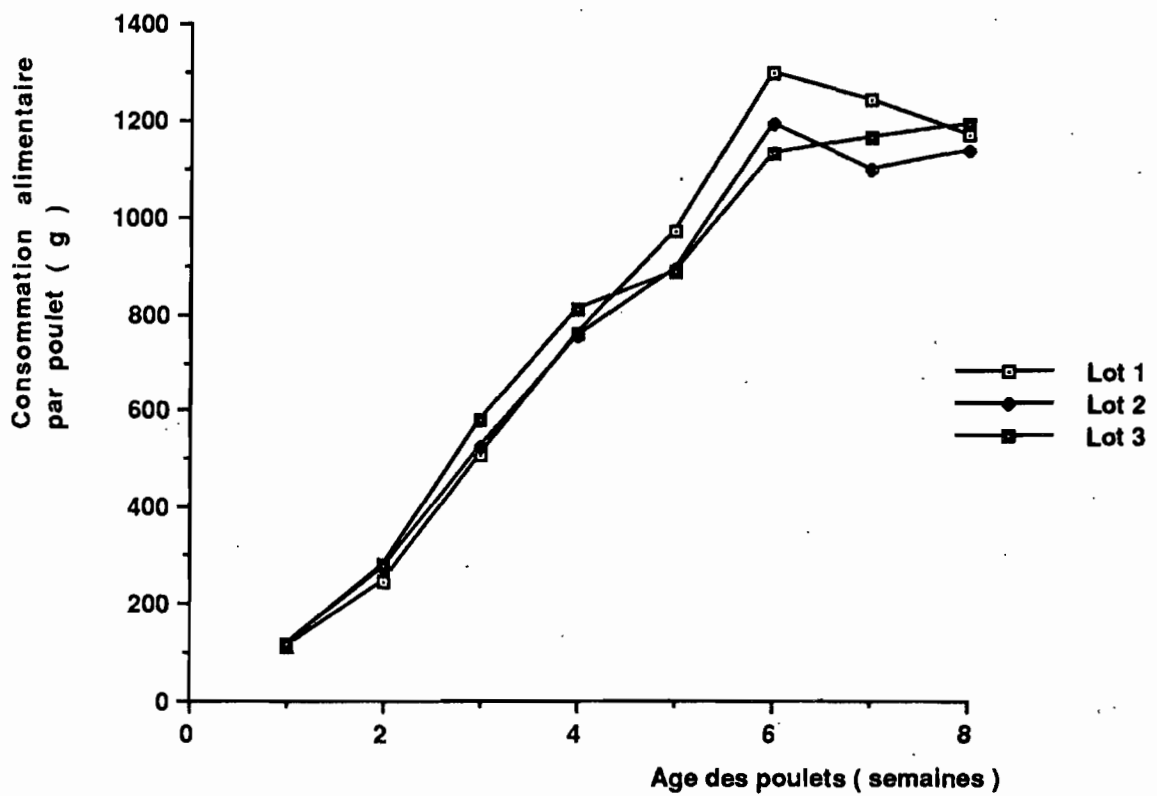


Figure 8 : Courbes de la consommation hebdomadaire d'aliments chez les différents lots de poulets.

1.2.2 - Consommation d'eau de boisson

Les quantités d'eau consommées hebdomadairement par les différents lots de poulets sont portées dans le tableau XV et illustrées par la figure 9. Les résultats font apparaître que, d'une manière générale, les poulets du lot 3 ont une consommation d'eau supérieure à ceux du lot 2 qui eux-mêmes boivent plus que le lot 1.

Cependant ces différences ne sont pas statistiquement significatives ($P < 0,05$) pendant la période de démarrage-croissance. Mais au cours de la phase de finition, la consommation d'eau chez les poulets des lots 2 et 3 est significativement ($P < 0,05$) plus importante que celle des poulets du lot 1, alors qu'il n'y a pas de différence significative entre les lots 2 et 3.

Tableau XV : Consommation d'eau en fonction de l'âge pour les différents lots de poulets

| Consommation hebdomadaire d'eau chez le poulet de chair (en ml) | | | |
|---|----------------|----------------|---------------|
| Semaines | Lot 1 | Lot 2 | Lot 3 |
| 1 | 218,9 | 240,8 | 250,0 |
| 2 | 376,6 | 378,1 | 406,3 |
| 3 | 750,0 | 843,8 | 887,1 |
| 4 | 1260,9 | 1308,4 | 1375,9 |
| 5 | 1267,5 ± 40,3 | 1215,8 ± 14,8 | 1498,3 ± 37,3 |
| 6 | 1723,1 ± 100,3 | 2071,9 ± 179,0 | 1947,4 ± 40,0 |
| 7 | 1888,1 ± 84,8 | 2377,2 ± 30,5 | 2375,6 ± 16,4 |
| 8 | 1957,2 ± 16,8 | 2459,7 ± 20,8 | 2371,0 ± 68,2 |

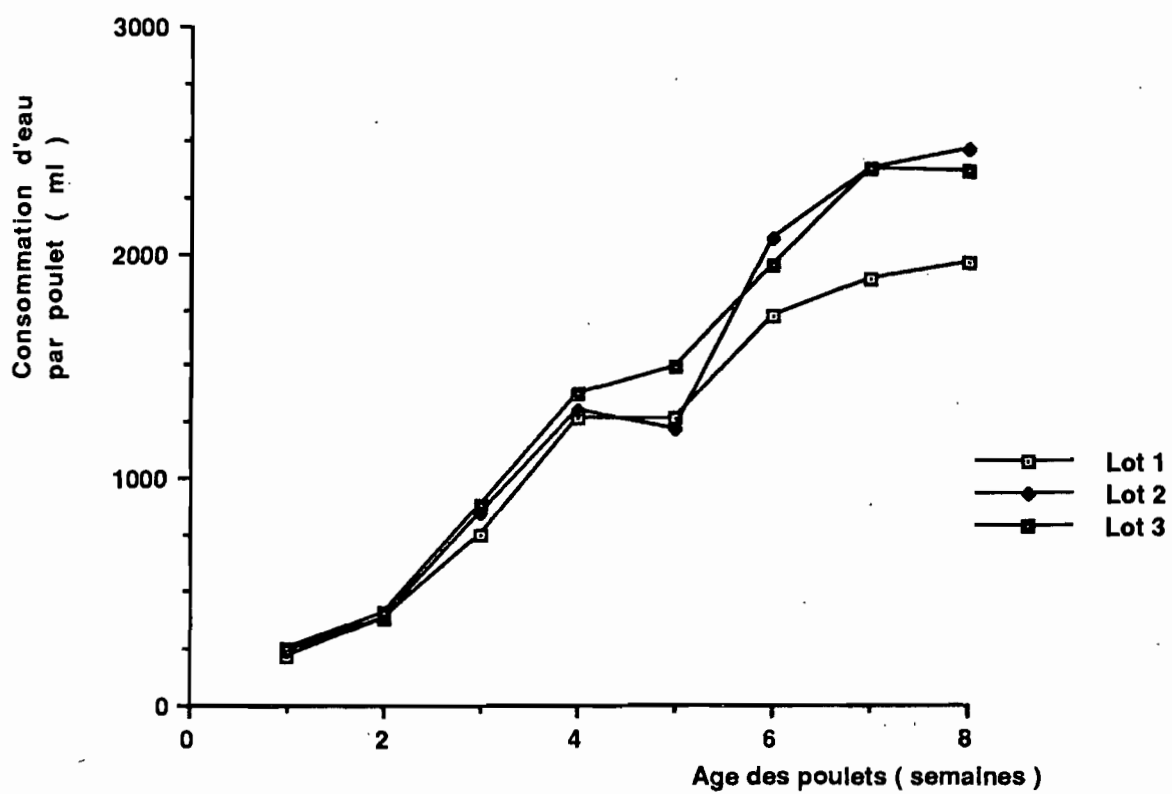


Figure 9: Courbes de la consommation hebdomadaire d'eau chez les différents lots de poulets.

1.3 - Influence de la source de phosphore sur le métabolisme phosphocalcique

1.3.1 - Teneur en cendres des deux tibias

Les résultats obtenus (tableau XVI) font apparaître qu'à l'âge d'abattage, la teneur en cendres des tibias des poulets du lot 3 est plus faible que celle des poussins et celle des poulets des lots 2 et 3. Mais l'analyse statistique révèle que ces différences ne sont pas significatives ($P < 0,05$).

Tableau XVI : Teneur en cendres des deux tibias

| Teneur en cendres des tibias (en p.100 du poids) | | | |
|--|---------------------|----------|----------|
| Poussins d'un jour | Poulets de 58 jours | | |
| | Lot 1 | Lot 2 | Lot 3 |
| 42,85 | 41,0 ± 4 | 42,0 ± 5 | 36,2 ± 3 |

1.3.2 - Teneur en calcium et phosphore des tibias

Les résultats sont portés dans le tableau XVIIIs. De ces résultats il ressort que, quelle que soit la source de P, la teneur en phosphore des tibias chez les poulets après 58 jours est significativement ($P < 0,01$) plus importante que celle des poussins de 1 jour, Par contre, alors qu'avec le phosphate bicalcique et le phosphate tricalcique, la teneur en Ca du tibia augmente de manière significative ($P < 0,05$) chez les poulets en fin d'élevage, par rapport aux poussins de 1 jour, Chez les poulets dont la source de phosphore est le polyfos, c'est le contraire. En outre, la teneur en Ca et P des tibias chez les poulets des lots 1 et 2 est significativement ($P < 0,05$) plus importante que celle des poulets du lot 3. Par ailleurs il n'y a pas de différence significative entre le lot 1 et 2 pour ces paramètres.

Tableau XVII : Influence de l'apport qualitatif de phosphore sur la teneur en phosphore et en calcium des cendres des deux tibias

| Teneur en phosphore et calcium des deux tibias (p.1000) | | | | |
|--|-----------------------|---------------------|--------------|-------------|
| | Poussins d'un jour | Poulets de 58 jours | | |
| | | Lot 1 | Lot 2 | Lot 3 |
| Calcium g/kg | 111,2 | 135,4 ± 22,8 | 121,3 ± 15,3 | 85,4 ± 28,9 |
| Phosphore g/kg | 86,9 | 153,7 ± 13,1 | 169,1 ± 10,0 | 136,7 ± 5,2 |

1.3.3 - Teneur du sang en calcium et phosphore

La calcémie n'est pas significativement ($P < 0,05$) différente chez les poussins âgés de 1 jour et les différents lots de poulets à l'âge d'abattage (8 semaines). Par contre la phosphatémie des poulets de chacun des 3 lots est significativement ($P < 0,05$) plus élevée que celle des poussins de 1 jour. Par ailleurs, il n'y a pas de différence significative ($P < 0,05$) entre les 3 lots de poulets à terme en ce qui concerne la teneur du sang en phosphore.

Tableau XVIII : Influence de la source de phosphore sur la calcémie et la phosphatémie chez les différents lots de poulets

| | Poussins d'un jour | Poulets de 58 jours | | |
|----------------------|-----------------------|---------------------|-------------|-------------|
| | | Lot 1 | Lot 2 | Lot 3 |
| Calcémie mg/l | 102,3 ± 7,1 | 101,0 ± 2,8 | 100,9 ± 3,0 | 104,3 ± 1,4 |
| Phosphatémie mg/l | 50,0 ± 8,8 | 59,0 ± 5,3 | 64,4 ± 3,4 | 58,4 ± 5,8 |

1.4 - Influence de la source de phosphore sur les performances de croissance des différents lots de poulets

1.4.1 - Evolution pondérale

D'une manière générale, les poulets les plus lourds sont obtenus avec l'aliment 3 suivi des poulets recevant l'aliment 2 et enfin les oiseaux recevant l'aliment 1. Les résultats sont rassemblés dans le tableau XIX et illustrés par la figure 10.

L'analyse des résultats de l'influence de la source de phosphore sur l'évolution pondérale des poulets (tableau XIX) révèle que dès la 2^e semaine d'âge, les poulets recevant le polyfos ont une croissance significativement ($P < 0,01$) plus rapide que les poulets recevant le phosphate tricalcique qui à leur tour s'alourdissent plus vite que les poulets recevant le phosphate bicalcique.

Les meilleurs gains moyens quotidiens sont obtenus par l'aliment 3 suivi de l'aliment 2 et enfin de l'aliment 1 (tableau XX).

A l'âge d'abattage, le poids de la carcasse est significativement plus élevé ($P < 0,01$) chez les poulets du lot 3 que chez ceux du lot 2 qui à leur tour ont une carcasse plus lourde que celle des poulets du lot 1.

En ce qui concerne le poids des viscères, il n'y a pas de différence significative ($P < 0,05$) entre les lots 3 et 2 ; par contre les viscères chez ces 2 lots de poulets pèsent significativement ($P < 0,01$) plus lourd que ceux des poulets du lot 1 (tableau XXI).

Tableau XIX : Evolution pondérale des poulets en fonction de la nature du phosphore alimentaire.

| Age des oiseaux | Poids par poulet (en g) | | |
|-----------------|-------------------------|----------------|----------------|
| | Lot 1 | Lot 2 | Lot 3 |
| 1 jour | 43,7 ± 3,0 | 42,5 ± 3,4 | 43,7 ± 3,5 |
| 1 semaine | 116,6 ± 15,4 | 115,7 ± 14,3 | 125,4 ± 14,8 |
| 2 semaines | 251,4 ± 42,5 | 274,2 ± 35,1 | 299,0 ± 38,4 |
| 3 semaines | 467,8 ± 62,7 | 504,5 ± 50,6 | 587,1 ± 57,8 |
| 4 semaines | 829,6 ± 117,1 | 921,5 ± 135,2 | 975,5 ± 110,7 |
| 5 semaines | 1143,5 ± 151,2 | 1222,0 ± 135,2 | 1296,7 ± 135,6 |
| 6 semaines | 1537,9 ± 215,9 | 1626,2 ± 169,2 | 1690,7 ± 176,3 |
| 7 semaines | 1983,9 ± 269,4 | 2111,3 ± 240,4 | 2154,8 ± 245,8 |
| 8 semaines | 2256,5 ± 356,5 | 2462,9 ± 285,7 | 2607,3 ± 311,5 |

Tableau XX : Influence de la source de phosphore sur le gain moyen quotidien du poulet de chair.

$$GMQ = \frac{\text{gain de poids (g) semaine}}{7 \text{ jours de la semaine}}$$

| Age des poulets (en semaines) | GMQ par poulet (en g) | | |
|-------------------------------|-----------------------|-------|-------|
| | Lot 1 | Lot 2 | Lot 3 |
| 1 | 10,4 | 10,5 | 11,7 |
| 2 | 19,3 | 22,6 | 24,8 |
| 3 | 30,9 | 32,9 | 41,2 |
| 4 | 51,7 | 59,6 | 55,5 |
| 5 | 44,9 | 42,9 | 45,9 |
| 6 | 56,3 | 57,8 | 56,3 |
| 7 | 63,7 | 69,3 | 66,3 |
| 8 | 38,9 | 50,2 | 64,7 |

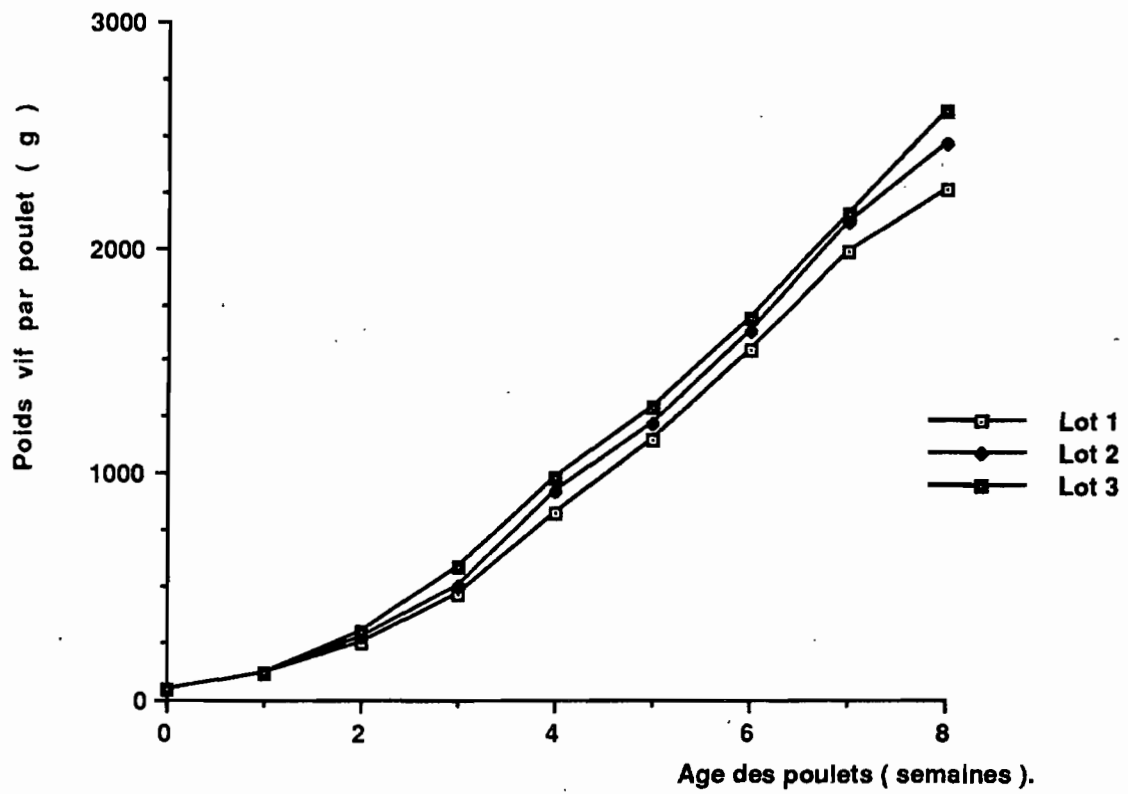


Figure 10: Courbes de l'évolution pondérale chez les différents lots de poulets.

Tableau XXI : Influence de la source de phosphore sur le poids vif, le poids des poulets après plumaison, le poids des viscères et le poids de la carcasse à 58 jours.

| | Lot 1 | Lot 2 | Lot 3 |
|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Poids vif moyen (en g) | 2289 ± 333,4 | 2552,5 ± 344,5 | 2840 ± 226,8 |
| Poids des poulets plumés (en g) | 2092,5 ± 341,6 | 2342,5 ± 324,0 | 2555 ± 225,7 |
| Poids des viscères (en g) | 260,0 ± 56,8 | 345,0 ± 55,0 | 351,5 ± 44,4 |
| Poids de la carcasse (en g) | 1832,5 ± 303,9 | 2007,5 ± 298,6 | 2193,5 ± 198,2 |

1.4.2 - Influence de la source de phosphore sur l'indice cumulé de consommation au cours de la croissance des poulets de chair

$$I.c.c = \frac{\text{quantité d'aliments cumulés consommés}}{\text{gain de poids cumulé}}$$

Les résultats qui sont portés dans le tableau XXII font apparaître que les meilleurs indices cumulés de consommations sont obtenus avec la ration 3, suivie respectivement des rations 2 et 1.

Tableau XXII : Indices cumulés de consommation au cours de la croissance des différents lots de poulets de chair.

| | Age en semaines | | | | | | | |
|-------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Lot 1 | 1,54 | 1,73 | 2,54 | 2,06 | 2,35 | 2,60 | 2,64 | 2,85 |
| Lot 2 | 1,57 | 1,68 | 1,97 | 1,89 | 2,16 | 2,36 | 2,34 | 2,47 |
| Lot 3 | 1,45 | 1,56 | 1,80 | 1,91 | 2,13 | 2,31 | 2,35 | 2,40 |

1.4.3 - Influence de la source de phosphore sur la croissance des tibias des différents lots de poulets de chair

Les résultats de l'influence de la source de phosphore sur la croissance des tibias sont portés dans le tableau XXIII et illustrés par la figure 11. Les résultats font apparaître que c'est seulement en fin de la période de finition (8^e semaine d'âge) que les poulets des lots 3 et 2 deviennent significativement ($P < 0,05$) plus hauts sur pattes que les poulets du lot 1. Avant cette date, il n'y a aucune différence significative ($P < 0,05$) entre les 3 lots de poulets en ce qui concerne la longueur des tibias.

Tableau XXIII : Influence de la source de phosphore sur la croissance des tibias du poulet de chair.

| Age des poulets | Longueur du tibia (en cm) | | |
|-----------------|---------------------------|------------|------------|
| | Lot 1 | Lot 2 | Lot 3 |
| 1 jour | 3,0 ± 0,1 | 3,2 ± 0,2 | 3,0 ± 0,0 |
| 1 semaine | 4,9 ± 0,2 | 4,7 ± 0,3 | 4,4 ± 0,4 |
| 2 semaines | 5,6 ± 0,5 | 5,3 ± 0,3 | 5,8 ± 0,3 |
| 3 semaines | 6,9 ± 0,4 | 7,1 ± 0,3 | 7,2 ± 0,3 |
| 4 semaines | 8,7 ± 0,5 | 8,8 ± 0,5 | 9,2 ± 0,5 |
| 5 semaines | 10,0 ± 0,8 | 10,1 ± 0,5 | 10,4 ± 0,7 |
| 6 semaines | 10,5 ± 0,7 | 10,9 ± 0,4 | 11,4 ± 0,7 |
| 7 semaines | 13,2 ± 0,7 | 13,2 ± 0,8 | 13,5 ± 0,6 |
| 8 semaines | 13,7 ± 0,7 | 14,3 ± 0,6 | 14,5 ± 0,6 |

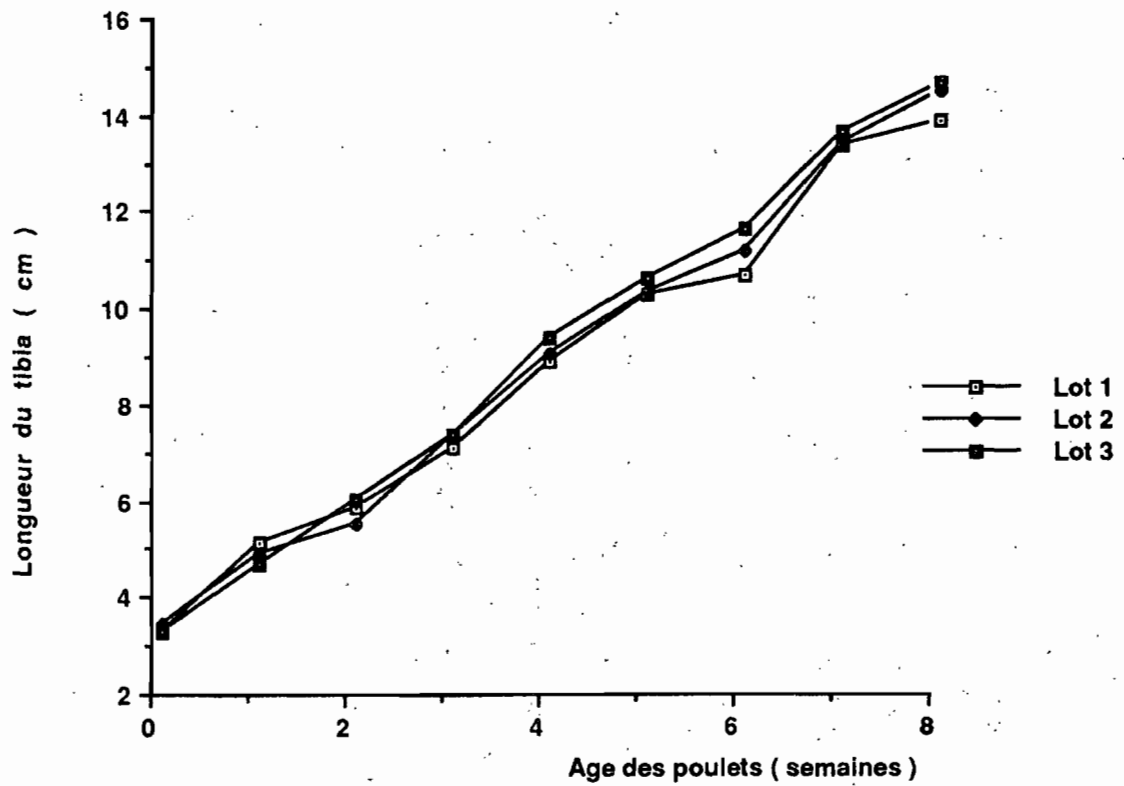


Figure 11: Courbes de croissance des tibias chez les différents lots de poulets.

1.5 - Rentabilité des différents types de ration

Les résultats de l'étude de la rentabilité des différentes rations faite sur la base de l'indice de consommation et des prix de vente des aliments et des poulets au Sénégal sont consignés dans les tableaux XXIV et XXV.

En tenant compte de ces résultats, si nous faisons des projections en considérant par exemple un élevage de 1000 poulets pour chaque type de ration, nous constatons qu'à terme (56 jours) :

- avec le polyfos, le bénéfice brut sera de 1.653.300 F CFA
- avec le phosphate tricalcique, le bénéfice brut sera de 1.555.800 F CFA
- avec le phosphate bicalcique, le bénéfice brut sera de 1.327.000 F CFA

Ces résultats font apparaître que le polyfos est le phosphate économiquement le plus rentable suivi du phosphate tricalcique et enfin le phosphate bicalcique anhydre.

Tableau XXIV : Coût de revient des aliments consommés par poulet pour les différents lots pendant la période démarrage-croissance.

| Aliments | Prix d'un kg d'aliment (FCFA) | Quantité d'aliment consommé par poulet pendant les 4 premières semaines (en g) | Coût de revient de l'aliment consommé par poulet pendant les 4 premières semaines (F CFA) |
|----------|-------------------------------|--|---|
| 1 | 90,8 | 1624,6 | 147,5 |
| 2 | 82,8 | 1664,5 | 137,8 |
| 3 | 83,5 | 1787,3 | 149,2 |

Tableau XXV : Coût de revient des aliments consommés par poulet pour les différents lots pendant la phase de finition.

| Aliments | Prix d'un kg d'aliment (FCFA) | Quantité d'aliment consommé par poulet pendant les 4 premières semaines (en g) | Coût de revient de l'aliment consommé par poulet pendant les 4 premières semaines (F CFA) |
|----------|-------------------------------|--|---|
| 1 | 70,5 | 4686,6 | 330,4 |
| 2 | 64,0 | 4318,7 | 276,4 |
| 3 | 64,5 | 4379,5 | 282,5 |

Sur le marché sénégalais, le prix de vente du poulet vif est de 800 F CFA le kg soit 0,8 F le g.

Tableau XXVI : Bénéfice brut réalisé par poulet en fonction des différents types d'aliments.

| Aliments | Poids moyen en g du poulet à terme | Prix de vente du poulet (F CFA) | Prix de revient de l'aliment consommé par poulet pendant les 56 jours (FCFA) | Bénéfice brut par poulet (F CFA) |
|----------|------------------------------------|---------------------------------|--|----------------------------------|
| 1 | 2256 | 1805 | 478,0 | 1327,0 |
| 2 | 2463 | 1970 | 414,2 | 1555,8 |
| 3 | 2607 | 2085 | 431,7 | 1653,3 |

2 - DISCUSSION

2.1 - Influence de la source de phosphore sur la consommation alimentaire du poulet de chair

D'une manière générale, les résultats font apparaître que même si la consommation alimentaire des poulets dont la source alimentaire de phosphore est le polyfos est supérieure à celle des poulets recevant le phosphate tricalcique ou le phosphate bicalcique surtout pendant la période démarrage-croissance, cette différence n'est pas statistiquement significative. L'apport qualitatif de P ne semble donc pas avoir d'influence sur la prise de nourriture du poulet de chair. La bibliographie reste muette sur cet aspect de la question, mais dans tous les cas les quantités d'aliments consommés par les différents lots de poulets, restent supérieures à celles rapportées par PARENT et coll (44) et par I.N.R.A. (29) chez les poulets de chair. Cette différence entre les résultats des essais menés et ceux des auteurs précités pourrait s'expliquer par la teneur de nos aliments en P, car selon LARBIER et LECLERCQ (34), les minéraux stimulent l'appétit des animaux surtout en phase de croissance ou de production. En effet, les analyses chimiques des différents types d'aliments ont donné une teneur moyenne en P de 1,3 p.100 en démarrage et 1 p.100 en finition. Or, en tenant compte des recommandations de PARENT et coll (44) la teneur en P des aliments pour poulets de chair doit être de 0,45 p.100 en démarrage et de 0,38 p.100 en finition.

L'I.N.R.A (29) propose quant à lui 0,7 p.100 de P pendant la période de démarrage et 0,64 p.100 de P pour le poulet en finition. Par conséquent la teneur élevée en P des aliments d'expériences serait la cause du surcroît d'ingestion alimentaire des poulets des différents lots par rapport à ce qui est rapporté dans la littérature. Quoi qu'il en soit, ces différents résultats posent le problème de la composition des rations pour poulet de chair puisque les aliments d'expériences ont été justement constitués en tenant compte des valeurs théoriques de la composition centésimale des matières premières calculée par PARENT et coll (44). Les discordances entre les

valeurs des analyses chimiques des aliments d'expériences avec celles de PARENT et coll (44) pourraient s'expliquer surtout par une origine diversifiée des matières premières. Ainsi toute matière organique qui doit rentrer dans la composition de la ration pour animaux doit faire l'objet d'une analyse minutieuse de laboratoire. Ceci est aussi valable pour la matière minérale. En effet, selon GUEGUEN (24) et FALL et coll (14), les gisements de phosphates naturels présentent une hétérogénéité d'une mine à une autre et d'un filon à un autre. Les phosphates ont des caractéristiques biochimiques différentes. Il est donc nécessaire de procéder à l'identification des caractéristiques des phosphates avant leur utilisation en alimentation animale.

S'agissant de la consommation d'eau, nous avons constaté que pendant la période de finition, elle est significativement plus importante chez les poulets des lots 2 et 3 que celui du lot 1, alors qu'il n'y a pas de différence significative entre les lots 2 et 3. En d'autres termes avec le polyfos ou le phosphate tricalcique, comme sources alimentaires de phosphore, l'ingestion d'eau est plus importante qu'avec le phosphate bicalcique. Nous ne disposons pas de données sur l'influence de la source de phosphore sur la consommation d'eau, mais il nous semble que la différence dans la consommation d'eau entre les poulets des lots 2 et 3 d'une part et celui du lot 1 d'autre part, serait plutôt liée à la différence dans la teneur en énergie métabolisable entre les différents aliments et non à la source de phosphore.

En effet, pendant la phase de finition le niveau énergétique de l'aliment distribué aux poulets du lot 1 (3102 Kcal/kg MS) est légèrement supérieur à celui des aliments destinés aux poulets de lots 2 (3084 Kcal/kg MS) et 3 (3056 Kcal/kg MS). Cependant cette hypothèse est à considérer avec réserve dans la mesure où l'INRA (29) avec un aliment dont le niveau énergétique est comparable à celui de l'aliment 1, obtient une consommation d'eau inférieure à celle des poulets du lot 1. D'une manière générale, la consommation d'eau chez les différents lots de poulets est plus élevée que celle rapportée

par d'autres auteurs (29), (44). Cette différence serait probablement liée au niveau de consommation alimentaire plus important chez les différents lots de poulets et à une température ambiante d'élevage supérieure à celle des auteurs précités. En effet, la prise de nourriture et la chaleur sont des facteurs stimulant la consommation d'eau (8).

2.2 - Influence de la source de phosphore sur le métabolisme phosphocalcique

D'après les résultats des essais menés sur les poulets de chair, la source de phosphore n'a pas d'influence significative sur la teneur en cendres du squelette chez le poulet de chair âgé de 58 jours, même si les poulets recevant le polyfos ont une teneur plus faible que celle des poulets recevant le phosphate bicalcique ou le phosphate tricalcique. Par ailleurs le poussin âgé d'un jour a un squelette aussi riche en minéraux que celui du poulet âgé de 8 semaines. Ces données laissent supposer que, contrairement aux autres espèces animales, chez le poulet de chair, la consistance de l'os ne varie pas avec l'âge. Mais cette hypothèse n'est pas tangible dans la mesure où le Ca et le P, minéraux qui constituent la charpente de l'os, se trouvent à un taux beaucoup plus élevé dans le squelette des poulets de 58 jours que dans celui des poussins d'un jour. Néanmoins chez les poulets recevant le polyfos, la teneur en Ca des tibias est plus faible que chez les poussins d'un jour. On pourrait penser que le polyfos serait défavorable à une accrétion osseuse du Ca, du moins chez le poulet de chair.

Les analyses biochimiques du sang prélevé chez les poussins de 1 jour et les poulets à l'âge d'abattage, ont montré que la calcémie des différents lots de poulets n'est pas significativement différente de celle des poussins. Des résultats analogues ont été rapportés par DIAW (10) sur les pondeuses. En outre, les valeurs de la calcémie que nous avons obtenues sont comparables à celles des autres espèces animales et à celles rapportées par DUMAS (12) sur les volailles.

Pour ce qui est de la phosphatémie qui est également conforme à celles obtenues chez les autres espèces animales, elle n'est pas significativement différente entre les 3 lots ; mais quelle que soit la source de phosphore, la phosphatémie des poulets âgés de 58 jours est significativement ($P < 0,05$) plus élevée que celle des poussins âgés d'un jour. Ceci peut s'expliquer par la faible teneur des aliments en phosphore pendant la phase de finition, car selon GAREL (22), l'hypophosphatémie est un facteur de stimulation de la $1,25(OH)_2$ vitamine D impliquée dans l'absorption digestive du phosphore. Mais d'un autre côté, on sait que ce métabolite de la vitamine D est aussi responsable de l'absorption digestive du Ca. Or la calcémie chez les poulets à l'âge d'abattage n'est pas différente de celle des poussins de 1 jour. Ainsi l'hypothèse d'un rôle joué par la $1,25(OH)_2$ vitamine D pour expliquer la différence dans la phosphatémie entre les poussins de 1 jour et les poulets de 58 jours ne peut être retenue. Cette différence peut trouver une justification dans les difficultés de dosage du P inorganique comme l'a révélé VALADE (58).

2.3 - Influence de la source de phosphore sur les performances de croissance du poulet de chair

Les meilleures performances de croissance ont été obtenues avec l'aliment contenant comme source de P, le polyfos ; suivent ensuite respectivement le phosphate tricalcique et le phosphate bicalcique. Nous ne disposons pas de données concernant l'influence de la source de phosphore alimentaire sur la croissance du poulet de chair. Mais selon I.N.R.A (29), l'accroissement du niveau énergétique conduit à une amélioration de l'indice de consommation du poulet de chair. Son effet sur la croissance est perceptible jusqu'à 3200 Kcal EM/kg pour les poussins âgés de 0 à 4 semaines et jusqu'à 3000 Kcal EM/kg pour les poulets âgés de 4 à 8 semaines. Or dans les essais que nous avons menés, aussi bien pendant la période de démarrage que pendant la finition, le niveau énergétique de l'aliment des poulets dont la source de P est le polyfos, est inférieur à celui des poulets recevant le phosphate tricalcique ou le

phosphate bicalcique. Par ailleurs il n'y a aucune différence significative dans la consommation alimentaire des 3 lots de poulets. Par conséquent les performances de croissance de poulets recevant le polyfos par rapport à ceux recevant le phosphate bicalcique ou le phosphate tricalcique, ne sauraient être liées ni au niveau énergétique de l'aliment, ni au niveau de consommation alimentaire. A notre avis, le seul élément pouvant justifier la vitesse de croissance des poulets du lot 3 est l'apport du polyfos dans leur alimentation. Cette hypothèse est d'autant plus plausible qu'à 58 jours le poids vif des poulets dont l'aliment contenait le polyfos est supérieur à celui rapporté par certains auteurs (29), (44) ayant utilisé d'autres sources de P.

D'un autre côté, nous avons constaté que, quelle que soit la source de P, le poids des poulets de souche "Jupiter" à 56 jours est supérieur à celui rapporté par I.E.M.V.T. (27). Pour cette même race de poulet de chair, cette différence peut s'expliquer par la teneur en phosphore des différents aliments plus élevée que celle recommandée dans la littérature.

Néanmoins concernant le protocole expérimental, nous avons eu à constater que contrairement à PARENT et coll (44) qui préconisent d'élever 10 à 12 poulets par m² à partir du jour 15 au jour 45 ou plus, sous le climat tropical chaud, nous avons eu à maintenir 32 poulets sur 1,7 m² du 15^e jour au 21^e jour soit 10 à 15 poulets de plus que la norme, sans pour autant noter un impact capital sur le croît des oiseaux impliquant ainsi la densité comme facteur de stress. Bien que la quintessence du travail effectué n'était pas d'étudier l'influence du nombre de poulets pour une surface déterminée sur les performances de croissance, le nombre 10 à 12 poulets par m² à partir de la 3^e semaine d'âge nous semble compatible à l'élevage du poulet de chair en zone sahélienne.

CONCLUSION GENERALE

L'Afrique sahélienne se trouve confrontée depuis quelques années à une sécheresse chronique qui compromet les objectifs que se sont assignés les pouvoirs publics à savoir l'autosuffisance alimentaire. Pour contourner cette difficulté, des efforts ont été entrepris en matière de production de protéines animales sur le développement de l'élevage des espèces à cycle court. C'est la raison pour laquelle l'accent a été surtout mis sur l'aviculture faisant appel à des races génétiquement sélectionnées. En effet, contrairement au cheptel bovin, ovin ou caprin qui sont très sensibles à la désertification, la volaille présente un intérêt particulier d'être moins vulnérable aux aléas climatiques.

Toutefois, les espoirs fondés sur une telle spéculation ne sauraient être pleinement perceptibles qu'à la condition non seulement d'un contrôle efficace des maladies aviaires, mais aussi d'une amélioration de l'alimentation tenant compte de nos propres réalités.

C'est dans cette optique que nous avons inscrit ce travail qui s'est proposé de faire une étude comparative de l'influence de 3 sources de phosphore : le phosphate bicalcique importé et les phosphates tricalcique et ferro-aluminocalcique (polyfos) produits localement, sur la consommation alimentaire, le métabolisme phosphocalcique et les performances de croissance du poulet de chair en milieu sahélien.

Cette étude a été réalisée sur 105 poussins de souche "Jupiter blanc" âgés d'un jour au départ. Au début des essais, neuf poussins ont été choisis au hasard puis sacrifiés pour avoir des valeurs de référence de la calcémie, de la phosphatémie et des teneurs en cendres, Ca et P du squelette. Les 96 poussins restants ont été élevés jusqu'à l'âge d'abattage c'est-à-dire 8 semaines après avoir été répartis en 3 lots de 32 recevant une alimentation appropriée dont la différence en

fonction de lots ne porte que sur la source de phosphore : phosphate bicalcique, phosphate tricalcique ou polyfos. Au cours des essais, nous avons procédé à une évaluation hebdomadaire de la consommation alimentaire, du poids vif et de la longueur des tibias des poulets des différents lots. Au terme de la période d'élevage, le poids de la carcasse, le poids des viscères, les teneurs en cendres, Ca et P des tibias ainsi que la calcémie et la phosphatémie des poulets par type d'aliment ont été déterminés.

Les résultats obtenus dans nos conditions expérimentales ont montré que :

1°) La source de P ne modifie pas de manière significative la consommation d'aliments solides du poulet de chair, mais avec le polyfos ou le phosphate tricalcique, la consommation d'eau est plus élevée qu'avec le phosphate bicalcique.

2°) La teneur en cendres du squelette ne varie ni en fonction de l'âge, ni en fonction de l'origine du P alimentaire. Par contre la teneur en Ca et P des tibias augmente avec l'âge et chez les poulets de 58 jours dont la source alimentaire de P est le phosphate bicalcique ou le phosphate tricalcique, ces paramètres biochimiques sont significativement plus élevés que chez les poulets recevant le polyfos.

3°) La calcémie du poulet de chair n'est pas influencée par l'âge ou la source de P, alors que la phosphatémie augmente de manière significative avec l'âge tout en restant au même niveau chez les poulets de 58 jours quelque soit le type de P alimentaire.

4°) Les meilleures performances de croissance sont obtenues par ordre d'importance avec le polyfos, le phosphate tricalcique puis le phosphate bicalcique. ^{5°)} les analyses économiques ont montré que le polyfos permet de tirer à terme un bénéfice brut de 1653 F CFA par poulet contre 1555 F CFA pour le phosphate tricalcique et 1327 F CFA pour le phosphate bicalcique. En d'autres termes l'utilisation dans

l'alimentation du poulet de chair du phosphore produit localement s'avère plus rentable que celle du phosphore importé.

Ce travail, sans avoir la prétention d'être suffisamment concluante, a le mérite de mettre en exergue la nécessité absolue en matière d'élevage en général, et de l'aviculture en particulier, de mener des investigations sur les qualités nutritives des aliments disponibles dans nos pays. Cette démarche aurait le double avantage pour l'Afrique de mettre en valeur ses propres produits et de réduire son hémorragie financière liée à l'importation.

B I B L I O G R A P H I E

- 1 - BAYLINK, D; WERGEDAL, J; STAUFFER, M.
Formation, mineralization and resorption of bone in hypophatemic Rats.
J. Clin. Invest; 1971, 50 : 2519-2529.
- 2 - BOUGON, M; JACQUET, J.P; L'HOSPITALIER, R; LECUYER, T.
Influence de la teneur énergétique de l'aliment sur les performances des poulets et leur composition corporelle.
Bull. inf. Stat. exp. ploufragan ; 1976, (16) : 99-106.
- 3 - CALAMY, H.
La régulation hormonale de la calcémie chez la poule pondeuse : rôle du corps ultimobranchial.
Thèse : Méd. vét : LYON : 1973 ; n° 7.
- 4 - CHAPMAN, H.L; KASTELIC, J; ASTON, G.C; CATRON, O.V.
A comparison of phosphorus from different sources for growing and finishing swine.
Journal of animal science ; 1955, 14 (1) : 1073-1085.
- 5 - DELUCA, H.F.
25 hydroxycholécalférol, métabolite probable et forme active de la vitamine D. Isolement, identification et localisation subcellulaire.
Amer. J. Clin. nutr; 1969, 22 (4) : 412-424.
- 6 - DELUCA, H.F.
The vitam D system in the regulation of calcium and phosphorus metabolism.
Nutr, Rev; 1979, 37 : 161-366.
- 7 - DEREVIERS
Effets du rationnement alimentaire chez le coq de type chair: interaction avec la durée quotidienne d'éclaircissement.
Prod. ani; 1990, 3 (1) : 21-30.

- 8 - DEROUFFIGNAC, C; BANKIR, L.
L'économie de l'eau chez les mammifères.
La Recherche ; 1990, 221 (21) : 654-672.

- 9 - DIALLO, I; SOW, R; NGOMA, A; DIOP, B.
Utilisation des blocs mélasse-urée comportant trois sources de phosphates naturels (Thiès - Taïba - Matam) dans un essai de complémentation destiné à des génisses gobra en élevage intensif (83-90) in Rapport annuel C.R.Z : Dahra (I.S.R.A., Sénégal) 1985.

- 10 - DIAW, B.
Influence du niveau d'apport en calcium sur le comportement alimentaire, le métabolisme phosphocalcique et la production des œufs chez la poule pondeuse en milieu tropical sec.
Thèse : Méd. vét : Dakar : 1992 ; n° 56.

- 11 - DUCHE, A; LEVRE, P; SABROUX, V; BERDON, D; BERNARD, G.
Techniques d'analyses d'aliment du bétail appliquées à l'I.E.M.V.T ; Paris : I.E.M.V.T ; 1989.- 61 p.

- 12 - DUMAS, P.
Contribution à l'étude de certaines ostéopathies du poulet de chair.
Thèse : Lyon : 1974 ; n° 21.

- 13 - EDWARDS, H.M; YOUNG, R.J; GILLIS, M.B.
Phosphate availability studies with the ash of unidentified growth factor supplements.
J. Nutr; 1958, 65 : 305-316.

- 14 - FALL, S; DIOP, M; DOMINIQUE, F; MBAYE, N.
Collaboration technique (SARR, A; KOREA, A; NDOYE, A.).
Projet d'étude des phosphates naturels dans l'alimentation du bétail.
Dakar : L.N.E.R.V ; 1988. - 22 p.

- 15 - FALL, S; SAWADOGO, G; DIOP, M; MBAYE, N.
Collaboration technique (SARR, A; KOREA, A; NDOYE, A; BA, C.M.).
Phosphates naturels et alimentation du bétail.
Dakar : L.N.E.R.V ; 1991. - 78 p.
- 16 - FERRANDO, R.
Alimentation du poulet et de la poule pondeuse, bases et applications.- Paris : Vigot et Frères ; 1969 .- 197 p.
- 17 - FERRANDO, R.
En marge du métabolisme de la vitamine D : Hypothèse à propos du syndrome "os mou" du poulet.
Rec. Méd. vét ; 1972, 148 (5) : 539-549.
- 18 - FESNEAU, M.
Contrôle de la prise de nourriture chez les oiseaux.
Thèse : Méd. vét : Lyon : 1987.
- 19 - FRANCIS, M.D.
The inhibition of calcium hydroxyapatite crystal growth by polyphosphonates and polyphosphates.
Calc. Tiss Res ; 1969, (3) : 151-162.
- 20 - GABWE, B.
Contribution à l'étude de l'influence de la qualité et de la quantité des lipides alimentaires sur les performances de croissance et l'état d'engraissement des poulets de chair.
Thèse : Méd. vét : Dakar : 1992 ; n° 11.
- 21 - GAMST, O.; TRY, K.
Phosphore U.V.
Scand J. Clin. Lab. invest ; 1980, 40 : 483.
- 22 - GAREL, J.M.
Hormonal control of calcium metabolism during the reproductive cycle of mammals.
Physiol. Rev ; 1987 : 67 (1) : 1-57.

- 23 - GILLES, M.B; NORRIS, L.C; HEUSER, G.F.
The influence of particle size on the utilization of phosphates by the chicks.
Poult. Sci ; 1951, 30 : 396-398.
- 24 - GUEGUEN, L.
Valeur comparée des phosphates minéraux comme source de phosphore pour les animaux.
Ann. Zootech, 1961, 10 (3) : 177-196.
- 25 - GUEGUEN, L.
Quelques facteurs nutritionnels influant sur l'accrétion osseuse et l'excrétion urinaire du calcium (80-87), in "physiologie comparée des échanges calciques".
.- Villeurbanne : SIMEP Ed, 1973. - 198 p.
- 26 - GUEGUEL, L; TRUELLE, F.
Influence de la simultanéité ou de l'alternance des apports alimentaires de calcium et de phosphore sur leur utilisation chez le lapin.
C.R. Acad. Sci ; Paris, 1972, 275 : 1645-1648.
- 27 - Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays tropicaux. - Paris I.E.M.V.T ; 1991. - 186 p. .- (manuels et précis d'élevage).
- 28 - Institut National de Recherche Agronomique
Alimentation des volailles : le poulet de chair.
2^e éd. .- Paris - INRA, 1979 .- 19 p.
- 29 - Institut National de Recherche Agronomique
L'alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volailles. - 2^e éd. revue et corrigée.- Paris : INRA, 1989.- 282 p.
- 30 - JEAN-BLAIN, M.
Métabolisme du calcium et du phosphore chez les animaux domestiques.
Cah. Méd. vét ; 1971, 40 : 100-129.

- 31 - JEAN GERNEZ, E.J.
Essai de mise au point sur les ostéopathies du poulet de chair.
Thèse : Méd. vét : Toulouse : 1977 ; n° 18.
- 32 - KAYSER, Ch.
Physiologie : Introduction, historique.
Les fonctions de Nutrition : Tome I.- Paris : Flammarion, 1970.- 1411 p.
- 33 - LAPRAS, M.
Etiologie générale des ostéopathies dysmétaboliques du chien. Bases physiopathologiques-classification.
L'anim de Cie, 1978, 13 (3) : 385-403.
- 34 - LARBIER, M; LECLERCQ, B.
Nutrition et alimentation des volailles.
Versailles : INRA, 1992 .- 355 p.
- 35 - LINDERMAIER, P; KARE, M.R.
The laste organes of the chicken
Poult. Sci ; 1959, 38 : 545-550.
- 36 - MATHIEU, H; CUISINIER-GLEIZES, P; GEORGE, A; GIULIANO, C.
Résorption osseuse par privation de phosphore chez le rat.
C.R. Acad. Sci ; 1970, 272, 3180-3183.
- 37 - MEYER, J; FULLMER, C.S; WASSERMAN, R; KOMM, B.S;
HAUSLER, M.R.
Dietary restriction of calcium, phosphorus and vitamin D elicits differential regulation of the m RNA for avian intestinal Calbindin D28 K and the 1,25 dihydroxy-vitamin D₃ receptor.
J. Bone. Miner. Ress, 1992, 7 (4) : 441-448.
- 38 - MOLLEREAU, H; PORCHIER, C.H; NICOLAS, E; BRION, A.
Vade Macum du Vétérinaire. Paris, édition XV : Vigot et Frères, 1987.-1642 p.

- 39 - NAUMANN, K; BASSLER, R.
Methodenbush band III Die Chemesche unter suching von
fitermitch.
BERLIN : Newmann-Nendamm, 1976.
- 40 - NDIAYE, V.
Utilisation des phosphates naturels dans l'alimentation des
bovins tropicaux : Cas du Sénégal.
Thèse : Méd. vét : Dakar : 1985 ; n° 21.
- 41 - NELSON, T.S; HARVILLE, D.A; WALKER, A.P.
The effect of alternating the intake of calcium and
phosphorus on their utilization by chicks.
Poult. Sci ; 1965, 44, 1273-1278.
- 42 - OGUNMODEDE, B.K; LEGEL, S.
Comparative investigations of the feed and nutrient
consumption, growth, and nutrient efficiency of broiler
chickens under different climatic conditions in Nigeria.
Arch. Anim. Nutr, 1987, 37 (12) : 1127-1133.
- 43 - Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et
l'agriculture (F.A.O). L'alimentation des volailles dans
les pays tropicaux et subtropicaux.- Rome : FAO, 1965 .-
103 p.
- 44 - PARENT, R; BULDGEN, A; STEYAERT, P; LEGRAND, D.
Guide pratique d'aviculture moderne en climat sahélo-
soudanien de l'Afrique de l'Ouest, Dakar : E.I.S.M.V ;
Thiès INDR ; 1989 .- 85 p.
- 45 - PARIGI-BINI, R.
Les bases de l'alimentation du bétail
Pise : Université de Pise, 1986 .- 292 p.

- 46 - PECHET, M; BOBADILLA, E; CARROLL, E.L; HESSE, R.H.
Regulation of bone resorption and formation.
Influence of thyrocalcitonin, parathyroid hormone, neutral phosphate and vitamin D₃.
Amer. J. Méd ; 1967, 43 : 696-710.
- 47 - PITCHOLO, A.E.
Essai d'utilisation de péricardes de cabosses de cacao (*Theobroma cacao L.*) dans l'alimentation des poulets de chair au TOGO.
Thèse Méd. vét : Dakar : 1990 ; n° 39.
- 48 - POINTILLART, A.
Effet d'un excès de magnésium sur le métabolisme phosphocalcique chez le rat.
Thèse Fac. Sci ; Paris, 1972.
- 49 - RAOUL, Y.
Vitamin D et calcium
Ann. Nutr ; 1972 : 26 (3) : 457-465.
- 50 - ROBERTSON, G.
Détermination du calcium
Clin. Chem. Acto ; 1968, 20 : 315.
- 51 - SERRES, H; BERTAUDIÈRE, H.
Essais de distribution discontinue de phosphates naturels dans l'alimentation des bovins tropicaux.
Rev. Elev. Méd. vét ; 1979, 32 (4) : 391-399.
- 52 - SHAFÉY, T.M; Mc DONALD, M.W.
The effects of dietary concentration of minerals, source of protein, amino acids and antibiotics on the growth of and digestibility of amino acids by broiler chickens.
Br. Poult. Sci ; 1991, 32 (3) : 535-544.

- 53 - SHAFEY, T.M; McDONALD, M.W.
The effects of dietary calcium, phosphorus and protein on the performance and nutrient utilization of broiler chickens.
Poult. Sci ; 1991, 70 (3) : 548-553.
- 54 - SHAFEY, T.M; McDONALD, M.W; PYM, R.A.
Effects of dietary calcium, available phosphorus and vitamin D on growth rate, food utilization plasma and bone constituents of commercial broiler strains.
Br. Poult. Sci ; 1990, 31 (3) : 587-602.
- 55 - Société Minerais de Thiès (S.M.T).
Polyfos : phosphate spécial pour alimentation animale.
Rapport de la société d'étude et d'application des minerais de Thiès, .- Thiès : SMT, . - 3 p.
- 56 - SURESH ; PRASAD ; HAIRR, W..; DALLAS, J.F.
Observation of abnormal cartilage formation associated with leg weakness in commercial broilers.
Avian Disease ; 1972, 16 (2) : 457-461.
- 57 - TCHALIM, T.
Contribution à l'étude de la production et de la commercialisation des œufs de consommation au Togo.
Thèse : Méd. vét : Dakar : 1975 ; n° 8.
- 58 - VALADE, G.
Etude de la variation de certains paramètres enzymatiques et minéraux durant la gestation et les deux premiers mois de lactation chez la vache laitière.
Thèse : Méd. vét : Toulouse, 1981 ; n° 76.

POSTFACE

SERMENT DES VETERINAIRES DIPLOMES DE DAKAR

"Fidèlement attaché aux directives de Claude BOURGELAT, Fondateur de l'Enseignement Vétérinaire dans le Monde, je promets et je jure devant mes maîtres et mes aînés:

- d'avoir en tous moments et en tous lieux le souci de la dignité et de l'honneur de la profession vétérinaire,
- d'observer en toutes circonstances les principes de correction et de droiture fixés par le code 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 tous ceux qui m'ont permis de réaliser ma vocation".

"QUE TOUTE CONFIANCE ME SOIT RETIREE S'IL ADVIENNE

QUE JE ME PARJURE".



Claude BOURGELAT (1712-1779)

RESUME

Cent cinq poulets de souche "Jupiter blanc" âgés de 1 jour au départ ont été utilisés pour étudier l'influence de 3 sources de phosphore sur la consommation alimentaire, le métabolisme phosphocalcique et les performances de croissance du poulet de chair.

Ces oiseaux répartis en 3 lots ont été élevés pendant 8 semaines et nourris avec les aliments appropriés dont la différence, en fonction des lots, n'a porté que sur la nature du phosphore incorporé dans la ration.

Les résultats obtenus ont montré que : la source de P n'a pas d'influence significative sur la consommation du poulet de chair. Par contre, l'adjonction du polyfos à l'aliment se traduit par une phosphatémie plus faible que celle obtenue avec le phosphate bicalcique ou le phosphate tricalcique.

Néanmoins, les meilleures performances de croissance sont obtenues avec le polyfos suivi respectivement du phosphate tricalcique et du phosphate bicalcique.

Mots-clés : Source de P - Consommation alimentaire - Métabolisme phosphocalcique - Poulet de chair.