

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE

**ETUDE DE L'EFFET DE LA PHYTASE SUR LES
PERFORMANCES DES POULETS DE CHAIR**

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention

Du diplôme de Master

**Spécialité : Biotechnologie de l'alimentation et amélioration
des performances animales**

Présenté par :

MAHI ELYES

Devant le jury composé de :

Mme. KAUCHE. S	MAA	USDB	Président de jury
Mr. BOUKHELIFA. A	MAA	USDB	Promoteur
Mme. HADJ KADDOUR. A	MAA	USDB	Examinatrice
Mme. BABA ALI. A	MAA	USDB	Examinatrice

ANNEE UNIVERSITAIRE 2013/2014

Remerciements

Au terme de ce travail,

Tout d'abord, je remercie ﷻ de m'avoir donné la santé, la patience et les moyens, à fin que je puisse accomplir ce travail.

Je saisi cette occasion pour exprimer ma profonde gratitude à l'ensemble des professeurs du département de Biotechnologie de Blida et en particulier Mr Boukhelifa d'avoir dirigé mon travail et de m'avoir soutenu et aidé tout au long de l'exécution de cette thèse

Mes vifs remerciements vont tout d'abord à M^{me} KAUCHE pour l'honneur qu'il m'a fait de présider mon jury, et également à M^{me} HADJ KADDOUR et M^{me} BABA ALI pour avoir accepté de juger ce travail.

A tous ceux et celles qui m'ont apportés un soutien moral, qu'ils veuillent bien accepter mes sincères remerciements. Tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

MAHI ELYES

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

À mes chères parents en témoignage de l'amour, du respect et de ma profonde et éternelle gratitude que je leurs porte et ma reconnaissance pour leur soutien et leur encouragements que m'ont prodigués tout au long de ma vie.

À l'âme de mon grand-père et ma grande mère

À mon cher Oncle Djamel pour ces sacrifices et leurs aides illimitées tout au long de mes études et tout la famille MAHI, À mon grand père, Que dieu vous préserve longue vie et prospérité.

À ma chère petite sœur pour leur encouragement

À Mr AMAR et Dr. BRAHIMI pour leurs temps et leurs sacrifices durant toute l'expérimentation

À tous ceux qui pensent à moi et que je n'ai pas mentionné.

À mes amis, spécialement DAHIA Houssem, DAHMANI farid, BELLALA S, Alilo, Khaled, Amine, Imen, Meriem, Dalila, Fares, Zaki, Wahid, Moh, Yacine, Rabah, Oussama, Mohamed, Radouane, toute ma promotion de SNV.

Elyes.

Sommaire

Introduction

Première partie : étude bibliographique

Chapitre I : DIGESTION ET BESOINS ALIMENTAIRES DES POULETS DE CHAIR.....	3
Chapitre II : Le Phytate; un facteur Anti-nutritionnel.....	18
Chapitre III : La Phytase un additif alimentaire.....	26

Deuxièmes partie : étude expérimentale

Chapitre I : Matériel et Méthodes.....	34
Chapitre II : Résultats et discussion.....	46

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Listes des abréviations

°C : degré Celsius.

aa : acide amines.

BASF :BadischeAnilin- und Soda-Fabrik.

C6H18O24P6 : acide phytique ou acide myo-inositolhexaphosphorique .

Ca: Calcium.

CMQ : consommation moyen quotidienne.

CMV : Complexe minéraux vitamines.

Cu: cuivre.

EB : Energie brute.

ED : Energie digestible.

EM: Energie Métabolisable.

EMA : Energie métabolisable apparente.

Exp:expérience.

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Fe : Fer.

FTU ou **UP** : Unité Phytasique.

g : gramme.

GMQ : Gain Moyen Quotidien.

h : heure.

IC: Indice de consommation.

IEMVT : Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des pays Tropicaux.

INRA : institut national des recherches agronomiques.

IP : Inositol Phosphate.

J : jour.

Kcal : kilo calorie.

Kg :kilogramme.

L :litre.

min: minute.

NRC : United States National Research Center.

P : phosphore.

pH: Potentiel d'hydrogène.

Pi : phosphore inorganique.

PNP : Phosphore non phytique.

ppm: partie pour million.

RC : Rendement de Carcasse.

SPSS :Statistical Package for the Social Science.

t: tonne.

T : Témoin.

UI : Unité Internationale.

Vit D : Vitamine D.

Zn : Zinc.

μmol : Micro mole.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau1 : Localisation et effets de quelques enzymes participant à la digestion chez les volailles.....	4
Tableau 2 : Besoins quotidiens des oiseaux.....	5
Tableau 3 : Consommation quotidienne d'eau en litre pour 100 poulets en fonction de la température.....	6
Tableau 4 : Apports recommandés pour l'énergie et la protéine.....	9
Tableau 5: Classification des acides aminés.....	10
Tableau 6 : Apports recommandés en protéines et acides aminés pour le poulet de chair (non sexé ou mâle) en démarrage et en croissance (% du régime).....	11
Tableau 7: Apports recommandés en protéines et acides aminés pour le poulet (non sexé ou mâle) en finition (% du régime).....	13
Tableau 8 : Apports recommandés en minéraux essentiels chez le poulet.....	15
Tableau 9: Apports recommandés en oligo-éléments chez le poulet.....	15
Tableau 10 : Apports recommandés en vitamines dans l'aliment du poulet de chair en UI/kg ou en ppm (= g/tonne) amenés dans l'aliment par l'intermédiaire d'un prémix contenant un antioxydant pour protéger les vitamines contre toutes oxydations extérieures..	16
Tableau 11 : Classification des facteurs toxiques endogènes présents dans les plantes alimentaires de grande importance agricole en fonction de leurs propriétés chimiques.....	19
Tableau 12 : Facteurs antinutritionnels endogènes présents dans des produits végétaux couramment utilisés pour l'alimentation des animaux (FAO., 1995).....	20
Tableaux 13: activité phytasique dans les partitions de la graine (Pointillart., 1994).....	28
Tableau 14 : Composition d'aliment des lots témoins (sans phytase).....	36
Tableau 15 : Composition d'aliment des lots expérimentaux (avec phytase 0,1%).....	37
Tableau 16 : plan de prophylaxie médicale.....	41
Tableau 17 : Effet de la supplémentation de la ration en phytase sur le poids vif des Poulets.	46
Tableau18 : Effet de la supplémentation de la ration en phytase sur le GMQ.....	47
Tableau 19 : Effet des phytases sur le poids et le rendement carcasse.....	48
Tableau 20 : Effet des phytases sur la consommation alimentaire individuelle.....	49
Tableau 21 : Effet des phytases sur l'indice de consommation.....	50
Tableau 22 : Effet de phytase sur la mortalité.....	51

Tableau 23 : Effet de phytase sur l'état sanitaire	52
Tableau 24 : Etude économique de l'effet de la supplémentation des phytases dans l'alimentation des poulets de chair.....	53

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Schéma de partition des flux énergétiques chez l'oiseau (valeurs moyennes)..	5
Figure 02 : Structure de l'acide phytique.....	22
Figure03 : présentation du bâtiment.....	35
Figure 04 : Effet des phytases sur le poids vif moyen	47
Figure 05: effet des phytases sur le gain moyen quotidien	48
Figure 06 : Rendement carcasse en fonction des traitements.....	49
Figure 07 : Effet des phytases sur la consommation alimentaire	50
Figure 08 : Effets des phytases sur l'efficacité alimentaire.....	51
Figure 09 : Marge bénéficiaire par lots	54

LISTE DES PHOTOS

Photo 01 : Aliment utilisé.....	37
Photo 02 : Préparation du bâtiment.....	39
Photo 03 : Arrivé des poussins.....	40
Photo 04 : Pesée individuel.....	42

Résumé :

Le phosphore, présent dans les végétaux sous forme de phosphore phytique, est un minéral essentiel à la croissance du poulet de chair. L'augmentation du prix du phosphore minéral pousse les nutritionnistes à utiliser des phytases afin d'améliorer la disponibilité du phosphore des plantes et ainsi réduire l'ajout de phosphore inorganique dans les rations alimentaires.

De ce qui précède nous avons mené une étude du 16 janvier 2014 au 12 mars 2014 afin d'évaluer l'effet de **Ronozyme Np**® sur la croissance de 1000 poussins chair, de souche **Cobb 500** non sexés. Les sujets ont été suivis jusqu'à 56 jours d'âge. Les sujets ont été répartis aléatoirement en cinq (5) lots, dont deux (2) lots témoins nourris avec un aliment sans phytase, et trois (3) lots expérimentaux nourris avec un aliment supplémenté en **Ronozyme Np**®, avec un taux d'incorporation de 0,1%. Grâce aux pesées des poulets et les pesées des quantités d'aliments distribuées et refusées à J7, J14, J21, J28, J35, J42, J49, J56, nous avons pu évaluer l'effet de phytase sur l'alimentation du poulet de chair, sur les performances du poulet de chair, sur le coût de l'aliment. Les résultats suivants ont été obtenus :

- Comparés au lot témoin, les poulets du lot Exp1 ont eu une meilleure croissance pondérale. Les poids vifs à l'abattage sont de 3,78 kg, 3,90 kg, 4,10 kg, 3,85 kg et de 3,84 kg, respectivement, pour les lots T1 , T2 , Exp1, Exp2 et Exp3 ;
- Le gain moyen quotidien (GMQ) globale est de 66,91 g/j, 68,94 g/j, 72,60 g/j, 68,10 g/j et de 67,99 g/j, respectivement pour les lots T1, T2, Exp1, Exp2 et Exp3 ;
- L'indice de consommation (IC) globale est de (2,20), (2,14), (1,95), (2,08) et (2,07), respectivement pour les lots T1, T2, Exp1, Exp3 et Exp3. Le lot Exp1 a réalisé le meilleur indice de consommation (1,95).

L'addition de phytase dans les rations a permis de réduire le coût de l'aliment.

Mots clés : Phytase- Alimentation- Phosphore- Calcium- Poulet de chair.

SUMMARY

Phosphorus found in plants in the form of phytate phosphorus is an essential mineral for the growth of broilers. The increase in prices of mineral phosphorus leads nutritionists to use phytase to improve phosphorus availability of plants and reduce the addition of inorganic phosphorus in feed rations.

From the above we carried out a study from 16 January 2014 to 12 March 2014 to evaluate the effect of Ronozyme Np ® on 1000 Cobb 500 non-sexed broiler chicks . The broilers were followed up to 56 days of age. Subjects were randomly divided into five (5) batches , two (2) batches fed a control diet without phytase, and three (3) experimental groups fed a diet supplemented with Ronozyme Np ®, with an incorporation rate 0.1% to .Through weighed chickens and weighed amounts of distributed and refused to J7, J14, J21, J28, J35, J42, J49, J56 food, we were able to evaluate the effect of phytase on supply of broilers, on the performance of broilers, and on the cost of feed. The following results were obtained:

- Compared to the control group, chickens batch Exp1 had better weight gain. Body weights at slaughtering are 3.78 kg, 3.90 kg, 4.10 kg;
- The overall average daily gain (ADG) of 66.91 g / d, 68.94 g / d, 72.60 g / d, 68.10 g / d and 67.99 g / d, respectively, for the batch T1, T2, Exp1, Exp2, and Exp3;
- The conversion ratio (CR) of (2.20) (2.14) (1.95) (2.08) and (2.07) respectively for lots T1, T2, exp1, and Exp3. Lot Exp1 did the best feed conversion (1.95).

The addition of phytase in the diet has reduced feed cost.

Keywords: Calcium-phosphorus-Phytase- Feed- broiler.

الملخص

الفسفور، الموجودة في النباتات في شكل الفيتات الفوسفور هو معدن أساسي لنمو الفراريج. الزيادة في أسعار الفوسفور المعدنية تنمو التغذية لاستخدام فيتاز لتحسين توافر الفوسفور من النباتات وتقليل اضافة الفوسفور غير العضوي في حصص العلف.

أجرينا دراسة من 16 يناير 2014 إلى 12 مارس 2014 لتقييم تأثير Ronozyme Np® النمو على 1000 فراخ اللحم Cobb 500 لمدة 56 يوما من العمر. قسمت عشوائيا إلى خمس تجارب (5)، واثنان (2) دفعات تم اطعامها بغذاء من دون فيتاز، وثلاث (3) مجموعات تجريبية تتبع نظاما غذائيا تستكمل مع Ronozyme Np® ، بمعدل التأسيس 0.1%. من خلال وزن الدجاج وزنه الموزعة ورفضت J7، J14، J21، J28، J35، J42، J49، J56 الطعام، كنا قادرين على تقييم تأثير على فيتاز توريد الفراريج، على أداء الفراريج، فإن تكلفة الغذاء

النتائج التالية تم الحصول عليها:

- وبالمقارنة مع مجموعة المراقبة، كان الدجاج دفعة Exp1 زيادة الوزن أفضل. وزن الجسم عند الذبح هي 3.78 كجم، 3.90 كجم، 4.10 كجم، 3.85 كجم و 3.84 كجم، على التوالي، من أجل T1، T2، Exp1، Exp2 و Exp3.
- المعدل العام للمكسب يومي من 66.91 غرام / ي ، 68.94 غرام / ي ، 72.60 غرام / ي ، 68.10 غرام / ي 67.99 غرام / ي ، على التوالي، لـ T1، T2، Exp1، Exp2، Exp3 و Exp3.
- مؤشر الاستهلاك (CI) عالمي (2.08) (1.95) (2.14) (2.20) و (2.07) على التوالي من أجل الكثير T1، T2، exp1، و Exp3. Exp3 فعلت الكثير Exp1 أفضل التحويل الغذائي (1.95).

إضافة فيتاز في النظام الغذائي قد قلل من تكلفة الغذاء.

الكلمات الرئيسية: الكالسيوم- الفوسفور- الفيتاز- الغذاء-دجاج اللحم

INTRODUCTION

INTRODUCTION

La volaille constitue une source de protéines animales appréciable et économique, notamment pour les pays en voie de développement, ce qui a justifié son développement très rapide sur l'ensemble du globe depuis une trentaine d'années (**Sanofi, 1999**).

Cette évolution a été le résultat de l'industrialisation de la production grâce aux apports des différentes recherches menées en matière de sélection, d'alimentation, d'habitat, de prophylaxie et de technologie du produit final.

Dans des conditions d'élevage intensif, le coût alimentaire est estimé à 70 % du coût total de production d'un poulet de chair (**RUDEAUX et BASTIANELLI, 1999**).

Il est donc important de maîtriser les régimes alimentaires et de déterminer les besoins nutritionnels du poulet. Pour la fabrication d'aliment pour la production intensive d'œuf et de poulets de chair, les fabricants utilisent le maïs comme source d'énergie (55 à 60 % du volume et 35 à 40 % du coût de l'aliment), du tourteau de soja comme source de protéines (40 à 45 % du volume et 55 à 60 % du coût de production) et des concentrés industriels « prémix » de vitamines et minéraux (3 à 4 % du volume et 7 à 8 % du coût de l'aliment) (**CHANCY, 2005**). Le calcium et le phosphore sont en proportion les principaux minéraux dans l'organisme des animaux. Ils représentent à eux seuls 75 % des minéraux de l'organisme et se localisent essentiellement au niveau de l'os, 99 % du calcium et 80 à 89 % du phosphore. Le phosphore est un élément métabolique et structurel indispensable à la vie. Un apport adéquat de phosphore dans l'aliment est déterminant pour assurer la croissance et le développement osseux des volailles. Dans les aliments pour les animaux à base de céréales, plus de la moitié du phosphore présent est organique, sous forme de phytates (**DEBICKI-GARNIER et al., 2007**).

Selon **THEREZIEN et JOLLIET (2006)** le phosphore phytique ou phytate représente entre 50 % et 80 % du phosphore total des végétaux. Ces phytates ne sont pas utilisables par les animaux monogastriques comme source de phosphore. En effet, les monogastriques en général et les volailles en particulier ne possèdent pas le matériel enzymatique (phytase) pour hydrolyser les phytates et libérer le phosphore nécessaire pour satisfaire leurs besoins physiologiques (**PETRA et al., 2009**). Pour satisfaire les besoins en phosphore de l'oiseau, les aliments sont donc supplémentés avec des sources de phosphore inorganique ou autrement dit minéral.

L'envolée des prix sur le marché des phosphates depuis la fin de l'année 2007 confronte aujourd'hui le secteur de l'alimentation animale à de nouveaux enjeux. Avec un coût de ces ressources minérales multiplié par 4 entre 2006 et 2008, l'optimisation des apports de phosphore (P) aux volailles est, en effet, devenue un enjeu économique de taille permettant de répondre de surcroît aux préoccupations environnementales (**NARCY et al., 2009**).

Le phosphore minéral ajouté aux aliments composés pour volailles coûte fréquemment de 2 à 2,5 % de la formule totale selon (**SAUVEUR,1989**).

Les rejets de P dans l'environnement, notamment dans les zones à forte densité d'élevage, sont en effet, à l'origine du phénomène d'eutrophisation des eaux de surface correspondant au développement d'une flore de surface asphyxiant le milieu avec comme conséquences la disparition de la flore naturelle et la raréfaction de la vie aquatique. Face à ces préoccupations, la réduction des apports de P minéral aux volailles ainsi que la valorisation du phosphore d'origine végétale et la réduction de l'excrétion phosphorée, notamment par l'usage de phytase, constitue une alternative majeure.

**ETUDE
BIBLIOGRAPHIQUE**

CHAPITRE I

CHAPITRE I : DIGESTION ET BESOINS ALIMENTAIRES DES POULETS DE CHAIR

I-1- Généralités

La connaissance des besoins alimentaires des oiseaux est à la base de l'alimentation rationnelle des poulets de chair.

Selon **DIOP (1982)**, le besoin alimentaire d'un animal en un nutriment donné, est la quantité optimale de ce nutriment qui assure, lorsque tous les facteurs nutritionnels sont fournis en quantité suffisante, une croissance normale et empêche en même temps l'apparition de tous symptômes de carences alimentaires.

L'alimentation des volailles a connu un grand essor ces dernières années. Cela a permis de connaître avec plus de précision les besoins du poulet de chair en différents nutriments (eau, glucides, lipides, protéines, acides aminés, vitamines et oligoéléments), surtout dans les pays du Nord.

I-2- Digestion chez les volailles

Les oiseaux sont des monogastriques et appartiennent au grand groupe des homéothermes. Les poulets de chair présentent un appareil digestif qui comporte les organes successifs : le bec, les glandes salivaires, l'œsophage, le jabot, le gésier, l'intestin, le cloaque et l'anus ; auxquels sont annexés deux glandes importantes : le foie et le pancréas.

C'est cette barrière digestive que le bol alimentaire doit franchir avant de parvenir aux cellules, après action de différentes enzymes, sous formes assimilables.

En effet, le bec ne joue qu'un rôle de préhension des aliments. Ces derniers sont déglutis avec le concours de la salive riche en mucus. Après un bref passage dans l'œsophage, le bol alimentaire arrive dans le jabot. Celui-ci assure le rôle de stockage, de ramollissement des aliments sous l'action du liquide salivaire, des sécrétions œsophagiennes (**KOLB, 1975**). Selon le même auteur la sécrétion du jabot est riche en mucus et contient très peu d'enzymes.

Dans le proventricule, les aliments restent peu de temps où ils subissent l'action du suc gastrique alors que le gésier assure un rôle de broyeur. C'est à ce niveau que les aliments déglutis sont broyés, concassés avant de passer dans l'intestin grêle. L'action mécanique du gésier est une trituration qui permet de fragmenter les grains de céréales. Le gésier cumule donc le rôle de mastication absente chez les oiseaux et de mélange du suc gastrique avec les

DIGESTION ET BESOINS ALIMENTAIRES DES POULETS DE CHAIR

indigesta. L'intestin grêle est le lieu de dégradation des aliments qui subissent l'action du suc pancréatique et du suc intestinal. Cette dégradation des aliments est achevée dans les caeca grâce à la microflore intestinale (KOLB, 1975).

Dans le processus de digestion, l'action des enzymes débute dans le jabot et s'achève dans l'intestin grêle (SCHWARZ et al, 1987). Plusieurs enzymes interviennent et agissent sur divers substrats pour donner des produits intermédiaires ou finaux, simples et assimilables. Le tableau 1 résume la localisation et l'effet des différentes enzymes participant à la digestion des aliments chez les volailles.

Tableau1 : Localisation et effets de quelques enzymes participant à la digestion chez les volailles.

Organe	Localisation	Enzymes	Substrats	Produits intermédiaires ou finaux
Jabot	Salive	Amylase	Amidon	Maltose
Proventricule	Suc gastrique	Pepsine	Protéines	Polypeptides
Gésier		Pepsine des glandes gastriques	Protéines	Polypeptides
Pancréas	Suc pancréatique	Trypsine Chymotrypsine Carboxypeptidase Amylase Lipase	Protéines Polypeptides Protéines Polypeptides Peptides Amidon Amidon Triglycérides	
Intestin	Suc intestinal	Maltase Saccharase a-dextrinase aminopeptidase dipeptidase	Maltose Saccharose α-a-dextrine peptide dipeptide	Glucose Monosaccharide Glucose Acides aminés Acides aminés

Source : SCHWARZ et al. (1987)

DIGESTION ET BESOINS ALIMENTAIRES DES POULETS DE CHAIR

I-3- Besoins des poulets de chair

L'alimentation de base de la volaille doit assurer les besoins d'entretien, de production et apporter en proportions convenables les différents minéraux, acides aminés et vitamines indispensables (Tableau 2).

Tableau 2 : Besoins quotidiens des oiseaux.

Période en jours	Démarrage 0-10j	Croissance 11-24j	Finition 25-35j	Retrait 36-42j
Quantité (kg)	0,400	1,200	1,700	1,200
Protéines brutes (%)	20	19,5	17,5	17
Energie métabolisable (Kcal/Kg)	2600	2800	2900	2900
Lysine (%)	1,14/1,00	1,0/0,088	0,94/0,82	0,86/0,75
Méthionine totale/ digestible (%)	0,46/0,43	0,41/0,39	0,36/0,34	0,34/0,32
Acides aminés soufrés	-	-	-	-
Phosphore total/disponible (%)	0,76/0,42	0,76/0,42	0,65/0,36	0,65/0,36
Calcium (%)	1,00	0,95	0,90	0,90
Sodium (%)	0,15-0,18	0,15-0,18	0,15-0,18	0,15-0,18

Source : INRA (1992)

I-3-1- Besoins en eau

L'eau est le principal constituant du corps des poulets (près de 75 % à l'éclosion et 55 % à l'âge adulte) (**DAYON et ARBELOT, 1997**). La présence d'eau propre et fraîche est d'importance primordiale pour l'absorption d'éléments nutritifs et l'élimination des matières toxiques. Les oiseaux régulent leur température corporelle par évaporation d'eau via le tractus respiratoire. Les besoins en eau pour la thermorégulation sont donc élevés en milieu tropical (tableau 3)

DIGESTION ET BESOINS ALIMENTAIRES DES POULETS DE CHAIR

Le manque d'eau provoque une réduction de la consommation et de graves retards de croissance. Selon **VAN EEKEREN et al., (2006)**, une restriction de 10 % d'eau risque d'entraîner une baisse de la croissance et de l'efficacité des poulets de chair (quantité de nourriture nécessaire par kg de croissance). **BIERER et al. (1966)** cités par **FERRANDO (1969)** constatent le même phénomène en disant que la perte de poids est de 3 % après 10 h et de 11 % après 72 h en cas de privation totale d'eau. Celle-ci peut être associée à des lésions du gésier, de l'intestin grêle et de la muqueuse caecale.

Tableau 3 : Consommation quotidienne d'eau en litre pour 100 poulets en fonction de la température.

Age (semaines)	Température de 21°C ou moins	Température de 32°C
2	5.2	8.9
4	8.0	13.8
6	10.0	17.3
8	11.3	19.4
10	12.6	21.9
12	13.9	24.0
14	15.0	26.0
16	16.1	27.9
18	17.3	29.8
20	18.3	31.5

Source : GUIDE DE SOUCHE DE SHAVER (566-577)

I-3-2- Besoins en énergie

Les oiseaux, comme les mammifères, sont des homéothermes, ce qui signifie qu'ils sont capables de maintenir leur température interne quasi-constante et pour cela les pertes de chaleur doivent être égales à la quantité de chaleur produite (**GERAERT, 1991**). La capacité des oiseaux à éliminer la chaleur par évaporation est limitée. Or l'ingestion et l'utilisation métabolique de l'aliment entraînent une forte production de calories. Aussi, à moins que l'hyperthermie soit améliorée, la production de chaleur doit diminuer par réduction de l'ingéré alimentaire pour permettre le maintien de l'homéothermie (**GERAERT, 1991**).

DIGESTION ET BESOINS ALIMENTAIRES DES POULETS DE CHAIR

Les besoins énergétiques des animaux se distinguent en énergie d'entretien et de production (**LARBIER et LECLERCQ, 1992**). Ces auteurs définissent la première comme, ce qui est nécessaire au strict maintien de l'homéostasie de l'animal et de l'équilibre énergétique. Autrement dit, elle comprend le métabolisme de base, la thermogénèse adaptative (adaptation au froid, thermorégulation en hyperthermie, thermogénèse alimentaire) et l'activité physique. La seconde correspond chez les poulets de chair aux besoins de croissance (figure 1).

Cependant, ces besoins sont inversement proportionnels à la température du milieu extérieur. Ils sont réduits de 10 % pour des poules maintenues à 30 °C en comparaison aux besoins des poules vivant à 20 °C. Inversement, les besoins augmentent de 17 % lorsque la température est réduite de 10 °C (**PICARD et al., 1993**). La température critique à ne pas dépasser est de 30 °C, sinon on observe une diminution de la consommation alimentaire. En effet, la production d'extra-chaaleur consécutive à l'ingestion d'aliment est accrue en climat chaud. Au dessus de 28 °C, la température rectale augmente avec la température extérieure et avec la quantité d'aliment consommée. La seule solution pour l'animal est de réduire sa consommation d'énergie (**PICARD et al., 1993**). La chaleur entraîne chez le poulet de chair une baisse de la consommation et de la production non compensable par l'alimentation.

Selon **ANSELME (1987)**, les besoins énergétiques des poulets sont compris entre 3000 et 3200 kcal/kg avec un minimum de 3100kcal au démarrage et 3000 kcal en finition. Cependant, l'énergie consommée par les souches légères est plus importante que celle des souches mi- lourdes (**IEMVT, 1991**) (Tableau 4)

DIGESTION ET BESOINS ALIMENTAIRES DES POULETS DE CHAIR

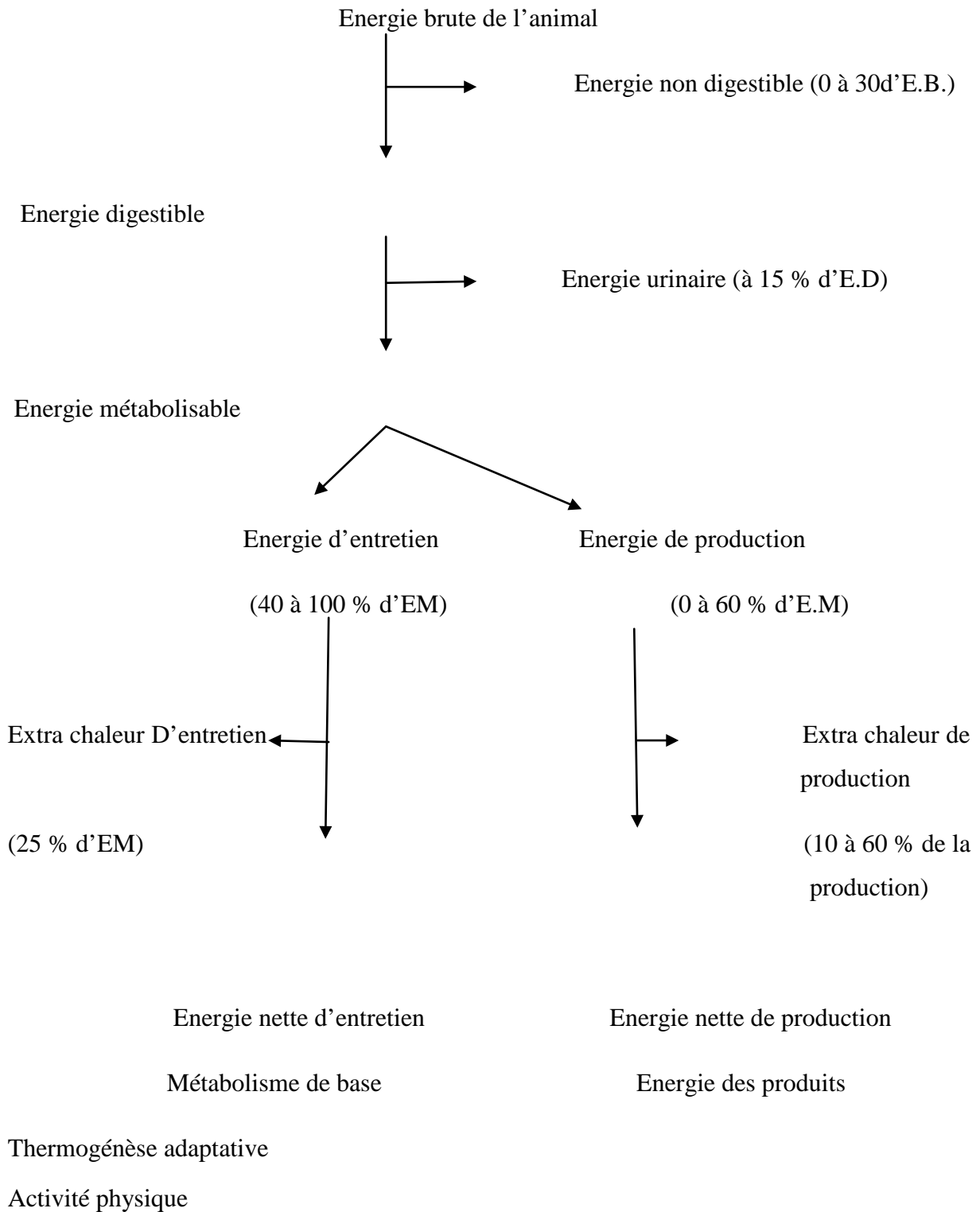


Figure 1 : Schéma de partition des flux énergétiques chez l'oiseau (valeurs moyennes).

Tableau 4 : Apports recommandés pour l'énergie et la protéine.

Consommation journalière (g)	Souches légères			Souches mi-lourdes	
	90	100	110	120	13
Energie métabolisable Kcal/kg d'aliment	3100/3200	3000/3100	3000	2800/2900	2700/2800
Protéines brutes (% d'aliment)	18	16,5	15,5	14,5	14
Méthionine (% d'aliment)	0,39	0,36	0,33	0,32	0,30
Méthionine + cystine (% d'aliment)	0,71	0,65	0,60	0,57	0,54
Lysine (% d'aliment)	0,79	0,72	0,66	0,61	0,57

Source : IEMVT (1991)

I-3-3-Besoins en protéines

Les protéines sont les principaux constituants de la viande des poulets de chair. Les protéines sont constituées par l'enchaînement d'acides aminés qui sont utilisés par les volailles pour la reconstruction de nouvelles protéines servant soit à fabriquer des muscles (poulets de chair), soit à fabriquer des œufs (pondeuse). Les acides aminés ne servant pas aux productions de muscle ou d'œufs sont utilisés pour produire de l'énergie soit excrétés sous forme d'urates.

Pour produire la viande, le poulet a besoin de certains acides aminés apportés par l'aliment en quantité bien définie. Les acides aminés apportés ne correspondant pas forcément aux besoins de production, le poulet les transforme pour reconstituer ceux dont il a besoin.

Mais certains acides aminés ne peuvent être fabriqués par le poulet qu'à partir des apports alimentaires, ce sont les « acides aminés limitants » ou « essentiels ». Ils doivent être obligatoirement apportés tels quels dans l'alimentation pour une croissance normale des poulets. Il s'agit principalement de la lysine et de la méthionine. Selon **PICARD et al. (1993)**, les baisses de performances peuvent être dues à une subcarence en acides aminés essentiels dans un régime hyperprotéique. Les besoins en méthionine notamment, sont élevés en climat

DIGESTION ET BESOINS ALIMENTAIRES DES POULETS DE CHAIR

chaud (UZU, 1989). Les acides aminés influencent significativement la consommation alimentaire. Ainsi, la présence d'un excès d'acides aminés dans la ration peut augmenter les besoins de la plupart des acides aminés essentiels (PICARD et al, 1993).

Tableau 5: Classification des acides aminés.

Acides aminés essentiels	Difficile à classer	Acides aminés non essentiels
Lysine*	Tyrosine*	Alanine
Méthionine**	Cystéine**	Acide aspartique
Thréonine	Glycine***	Acide glutamique
Tryptophane	Sérine***	Asparagine
Isoleucine	Proline****	Glutamine
Leucine		
Valine		
Phénylalanine		
Histidine		
Arginine		

*La tyrosine peut être synthétisée à partir de la phénylalanine

**La cystéine peut être synthétisée à partir de la méthionine

***La glycine et la sérine sont interchangeableables, mais leur synthèse est parfois inadéquate.

**** Le taux de synthèse de la proline est parfois inapproprié pour certaines fonctions de l'organisme.

Source : SMITH (1997)

DIGESTION ET BESOINS ALIMENTAIRES DES POULETS DE CHAIR

Tableau 6 : Apports recommandés en protéines et acides aminés pour le poulet de chair (non sexé ou mâle) en démarrage et en croissance (% du régime).

DEMARRAGE	Taux énergétique kcal/ kg	2900	3000	3100	3200
	Matière azotée totale	21.5	22.2	23.00	23.7
	Lysine	1.12	1.16	1.2	1.24
	Méthionine	0.47	0.48	0.5	0.52
	Méthionine + cystine	0.84	0.87	0.9	0.93
	Thréonine	0.67	0.7	0.72	0.74
	Tryptophane	0.22	0.23	0.24	0.25
	Arginine	1.21	1.26	1.3	1.34
	Leucine	1.57	1.63	1.68	1.73
	Isoleucine	0.89	0.92	0.95	0.96
	Valine	0.98	1.01	1.04	1.08
	Histidine	0.45	0.46	0.48	0.50
	Phénylalanine	0.79	0.82	0.84	0.87
	Phénylalanine + tyrosine	1.50	1.55	1.6	1.65
Glycine + sérine	1.87	1.94	2.00	2.06	
Croissance	Matière azotée totale maximale	19.6	20.4	21.00	21.70
	Matière azotée totale maximale	16.8	17.4	18.00	18.60
	Lysine	0.98	1.02	1.05	1.08
	Méthionine	0.43	0.45	0.46	0.47

DIGESTION ET BESOINS ALIMENTAIRES DES POULETS DE CHAIR

Méthionine + cystine	0.75	0.77	0.80	0.83
Thréonine	0.59	0.61	0.63	0.65
Tryptophane	0.19	0.2	0.21	0.22
Arginine	1.03	1.06	1.10	1.14
Leucine	1.38	1.42	1.47	1.52
Isoleucine	0.78	0.8	0.83	0.86
Valine	0.86	0.89	0.92	0.95
Histidine	0.39	0.41	0.42	0.43
Phénylalanine	0.69	0.72	0.74	0.76
Phénylalanine + tyrosine	1.31	1.35	1.40	1.45
Glycine + sérine	1.64	1.69	1.40	1.81

Source : INRA (1979)

DIGESTION ET BESOINS ALIMENTAIRES DES POULETS DE CHAIR

Tableau 7: Apports recommandés en protéines et acides aminés pour le poulet (non sexé ou mâle) en finition (% du régime).

Taux énergétique kcal EM/kg	2900	3000	3100	3200
Matière azotée totale maximale	18.02	18.9	19.50	20.10
Matière azotée totale maximale	14.80	15.3	15.80	16.30
Lysine	0.80	0.82	0.85	0.88
Méthionine	0.32	0.33	0.34	0.35
Méthionine + cystine	0.59	0.61	0.64	0.67
Thréonine	0.48	0.49	0.51	0.53
Tryptophane	0.16	0.16	0.17	0.18
Arginine	0.86	0.89	0.92	0.95
Leucine	1.11	1.15	1.19	1.23
Isoleucine	0.63	0.65	0.67	0.69
Valine	0.55	0.57	0.59	0.61
Histidine	0.32	0.33	0.34	0.35
Phénylalanine	0.69	0.72	0.74	0.76
Phénylalanine + tyrosine	1.06	1.09	1.13	1.17
Glycine + sérine	1.33	1.37	1.42	1.47

Source : INRA (1979)

I-3-4-Besoins en minéraux

Bien qu'ils soient présents en proportion faible dans les aliments, ils sont indispensables car leur carence entraîne des troubles graves et retarde la croissance des poulets de chair.

Parmi les minéraux, le phosphore et le calcium constituent les plus importants et jouent un rôle essentiel dans l'équilibre humoral comme dans la formation du squelette et de la coquille (**FERRANDO, 1969**). Les besoins de la volaille en phosphore et en calcium dépendent de la qualité de la vitamine D et vice versa. Dans une moindre mesure, l'apport en manganèse peut également affecter l'assimilation du calcium et du phosphore (**SMITH, 1992**).

MABALO (1993) travaillant sur les poulets de chair en milieu sahélien, trouve que le rapport calcium/phosphore le plus favorable à une bonne rétention osseuse des deux éléments semble se situer entre 2 et 3. Un déficit modéré en calcium n'affecte que les volailles en bas âge, tandis qu'un apport insuffisant en phosphore va se traduire par une anorexie, une baisse de la croissance, des troubles locomoteurs graves et même de la mortalité (**I.S.A, 1985**).

Une carence en sel réduit l'assimilation des protéines car le sodium est un co-transporteur des acides aminés au niveau de la bordure en plateau cilié des cellules intestinales, mais un excès entraîne une grande consommation d'eau et est à l'origine de diarrhée. La concentration en sel recommandée est de 0,5 % de la ration (**SMITH, 1992**).

Quant aux oligo-éléments, ils participent à la croissance et à l'ossification des poulets de chair. En effet, une carence en magnésium ralentit la croissance des poulets de chair et entrave l'ossification.

Selon **CHICCO et al.** Cités par **FERRANDO (1969)**, un apport de 0,4 % de magnésium contenant 0,045 % de calcium provoque l'augmentation du gain de poids et améliore la minéralisation du squelette. A partir de 0,6 % de magnésium les effets sont contraires.

Le fer, le cobalt, le cuivre sont indispensables pour la formation de l'hémoglobine. Le manganèse intervient dans le métabolisme du calcium. Un régime pauvre en manganèse entraîne des cas de pérosis chez les poulets de chair. Une alimentation pauvre en zinc provoque des retards de croissance et des démarches dites d'oies.

DIGESTION ET BESOINS ALIMENTAIRES DES POULETS DE CHAIR

Tableau 8 : Apports recommandés en minéraux essentiels chez le poulet.

Apports	Démarrage		Croissance		Finition	
Energie (kcal EM/kg)	2900/3000	3100/3200	2900/3000	3100/3200	2900/3000	3100/3200
Calcium (%)	1	1.10	0.9	1	0.80	0.90
Phosphore	0.42	0.45	0.38	0.41	0.35	0.3
Sodium (%)	0.17		0.17		0.17	
Chlore (%)	0.15		0.15		0.15	

Source : INRA (1979)

Tableau 9 : Apports recommandés en oligo-éléments chez le poulet.

Apports (g/100kg d'aliment)	Démarrage	Croissance	Finition
Zinc	4	4	2
Cuivre	0.3	0.3	0.2
Fer	4	4	2
Manganèse	7	7	6
Iode	0.1	0.1	0.1
Cobalt	0.02	0.02	0.02
Sélénium	0.02	0.02	0.02

Source : INRA (1979)

I-3-5-Besoins en vitamines

Les vitamines jouent un rôle essentiel dans les systèmes enzymatiques et dans la résistance naturelle des volailles. Actuellement, les aliments commerciaux composés sont complétés par des vitamines (prémix) dont leurs compositions sont prévues pour pallier à toutes les carences. A moins d'un stockage défectueux ou d'une erreur au moment de l'incorporation, il est rare d'avoir des problèmes en élevage. Selon **AUSTIC et YOUSSEF (1982)**, cités par **NGA (2009)**, les hautes températures entraînent une augmentation du besoin en vitamine A.

Tableau 10: Apports recommandés en vitamines dans l'aliment du poulet de chair en UI/kg ou en ppm (= g/tonne) amenés dans l'aliment par l'intermédiaire d'un prémix contenant un antioxydant pour protéger les vitamines contre toutes oxydations extérieures.

Vitamines		0 à 4 semaines	5 à 8 semaines
A	UI/kg	12000	10000
D3	UI/kg	2000	1500
E	ppm	30	20
K3	ppm	2,5	2
Thiamine (B1)	ppm	2	2
Riboflavine (B2)	ppm	6	4
Ac .Pantothénique.	ppm	15	10
Pyridoxine (B6)	ppm	3	2,5
B12	ppm	0,02	0,01
PP	ppm	30	20
Acide folique	ppm	1	20
Biotine	ppm	0,1	0,05
Choline	ppm	600	500

Source: -SMITH (1997) -INRA (1992)

Ppm : part par million ; UI : unité internationale

I-3-6-Besoins en cellulose

La cellulose, constituant principal des tissus de soutien des végétaux a une importance faible chez les poulets de chair. D'après **ANSELME (1987)**, il est souhaitable de ne pas dépasser 5 % de cellulose brute dans l'aliment, pour éviter des accidents de transit et une mauvaise utilisation de la ration.

CHAPITRE II

CHAPITRE II : LE PHYTATE; UN FACTEUR ANTI-NUTRITIONNEL

Les matières premières peuvent être victimes d'une contamination chimique par des substances toxiques résultant de la présence des microorganismes dont les champignons et les bactéries qui se développent dans des conditions de température et d'humidité spécifique (**Larbier et Leclercq., 1992**). Ils peuvent également renfermer (exemple les produits végétaux) dans leur structure des composés organiques (lignine, flavonoïdes, tannins ... etc.) dotés de propriétés toxiques très élevées. Ces composés sont généralement de grosses molécules organiques qui agissent, soit en se fixant de préférence sur certains groupements fonctionnels des nutriments et des enzymes, soit sur l'ADN elle-même et inhibent la synthèse. En effet elles diminuent la production par ralentissement de la croissance et de la reproduction et entraînent parfois des cas de mortalités dans les élevages (**Larbier et Leclercq., 1992**).

II-1-Les facteurs anti nutritionnels

a- Définition

On appelle antinutritionnelle une substance dans un ingrédient alimentaire qui en diminue la digestibilité. Il peut s'agir par exemple des inhibiteurs de la trypsine, des tanins, des pectines et des glucosinolates. Par exemple, à l'état brut, les graines de soja entières contiennent un inhibiteur de la trypsine, c'est-à-dire une substance qui diminue la digestibilité de la protéine. La présence de facteurs antinutritionnels endogènes dans les denrées d'origine végétale serait l'élément le plus important qui en limite l'utilisation dans les produits composés pour les animaux, donnés en quantités élevées.

b- Classification

On trouvera au Tableau 11 les principaux groupes de facteurs antinutritionnels présents dans les aliments d'origine végétale; des exemples plus précis sont fournis dans le Tableau 12.

Tableau 11 : Classification des facteurs toxiques endogènes présents dans les plantes alimentaires de grande importance agricole en fonction de leurs propriétés chimiques (FAO., 1995).

Protéines	Inhibiteurs de la protéase, hémagglutinines
Glucosides	Goitrigènes, cyanogènes, saponines, œstrogènes
Phénols	Gossypol, tannins
Divers	Anti minéraux, anti vitamines, antienzymes, allergènes alimentaires, carcinogènes microbiens/végétaux, acides aminés toxiques

Source : (FAO, 1995)

Tableau 12 : Facteurs antinutritionnels endogènes présents dans des produits végétaux couramment utilisés pour l'alimentation des animaux (FAO., 1995).

<i>Denrées</i>	<i>Facteurs antinutritionnels</i>
Céréales	
Orge (<i>Hordeum vulgare</i>)	<u>1, 2, 5,8</u>
Riz (<i>Oryza sativum</i>)	<u>1, 2, 5, 8,13</u>
Sorgho (<i>Sorghum bicolor</i>)	<u>1, 4, 5, 7,18</u>
Blé (<i>Triticum vulgare</i>)	<u>1, 2, 5, 8, 11, 18,22</u>
Maïs (<i>Zea mays</i>)	<u>1, 5, 8,19</u>
Légumineuses	
Fève (<i>Vicia faba</i>)	<u>1, 2, 5, 7,22</u>
Pois chiche (<i>Cicer arietinum</i>)	<u>1, 4, 5, 8,11</u>
Haricot (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	<u>1, 2, 4, 5, 6, 11, 12,18</u>
Petit pois (<i>Pisum sativum</i>)	<u>1, 2, 4, 5, 6,12</u>
Pois cajan (<i>Cajanus cajan</i>)	<u>1, 2, 4,5</u>
Haricot mungo (<i>Phaseolus mungo</i>)	<u>1,5</u>
Oléagineux	
Arachide (<i>Arachis hypogaea</i>)	<u>1, 2, 5, 6,8</u>
Colza (<i>Brassica campestris napus</i>)	<u>1, 3, 5,7</u>
Soja (<i>Glycine max</i>)	<u>1, 3, 5, 6, 8, 11, 12, 14, 16,17</u>
Tournesol (<i>Helianthus annuus</i>)	<u>1, 7,20</u>
Sésame (<i>Sesamum indicum</i>)	<u>5</u>

- | | | |
|--------------------------------|-----------------------------|--|
| 1. Inhibiteur de la protéase ; | 8. Facteurs œstrogènes ; | 16. Facteur antivitamine D; |
| 2. Phytohémagglutinines ; | 10. Gossypol | 17. Facteur antivitamine B ₁₂ ; |
| 3. Glucosinolates; | 11. Facteur de flatulence | 18. Inhibiteur de l'amylase ; |
| 4. Cyanogenes; | 12. Facteur antivitamine E; | 19. Inhibiteur de l'invertase ; |
| 5. Acide phytique; | 13. Facteur anti thiamine ; | 20. Inhibiteur de l'arginase ; |
| 6. Saponines ; | 14. Facteur antivitamine A; | 22. Dihydroxyphénylalanine; |
| 7. Tannins ; | | |

Source : (FAO, 1995)

II-2 Les phytates

II-2-1 Définition

Le phytate est un composé naturel qui se trouve dans la plupart des céréales. La majorité du P se trouvant dans les grains utilisés dans l'alimentation des poulets est sous la forme de phosphore phytique, qui a été considéré comme indisponible pour les animaux monogastriques (**Oatway et al. 2001**). À cause des très faibles niveaux d'activité de la Phytase dans la membrane de la bordure en brosse de leur tube digestif (**Maenz et Classen., 1998**). Donc il doit être ajouté sous forme de phosphore inorganique pour répondre aux exigences alimentaires en phosphore et de permettre une croissance et une production optimale.

La molécule présente une teneur élevée en P (28,2%) (**Pointillart., 1994**), dont la molécule constitue de 1 à 3% du poids des grains de céréales et des plantes oléagineuses utilisées dans l'alimentation des animaux (**Mellef et al., 2010**), ce qui représente environ les deux tiers du phosphore total qui se trouve dans les graines de plantes (**Pointillart., 1994 ; Maenz., 2001 ; Amanda., 2009**).

Le Phytate, permet aussi de fixer différents cations métalliques divalents ou trivalents tel que le zinc (Zn^{2+}), le fer (Fe^{2+}), le cuivre (Cu^{2+}), le nickel (Ni^{2+}), le cobalt (Co^{2+}), le manganèse (Mn^{2+}), le magnésium (Mg^{2+}), le potassium (K^+) et le calcium (Ca^{2+}) pour former des sels complexes solubles et peu digestibles chez les monogastriques (**Mellef et al., 2010**).

Le Phytate a également été identifié comme un facteur anti-nutritionnel. Il a la capacité de lier les minéraux, protéines et amidon, empêchant leur absorption dans le tractus digestif et les rendant indisponibles pour l'animal (**Amanda., 2009**).

II-2-2 Propriétés des Phytates

a- Structure et caractéristiques chimiques

Le phytate (de Na, K, ...), l'acide phytique, ou Le nom chimique Myo-inositol 1, 2, 3, 4, 5,6-hexakis dihydrogène phosphate (IP6), leur Formule : $C_6H_{12}O_{24}P_6$ est un phosphate organique produit par la phosphorylation des sucres d'alcools cycliques (**Pointillart., 1994 ; Mellef et al. 2010**).

Structurellement, les phytates se composent de six groupes de phosphate qui sont attachés à une molécule à six carbones (figure 02). Cette molécule de phytate a 12 sites hydroxyles dont 6 sont très acides, 2 moyennement et 4 faiblement, le complexe formé par le phytate et les

cations devient peu soluble au pH intestinal, ce qui diminue l'efficacité de la phytase et l'absorption du P (Pointillart., 1994 ; Maenz., 2001 ; Mellef et al., 2010)

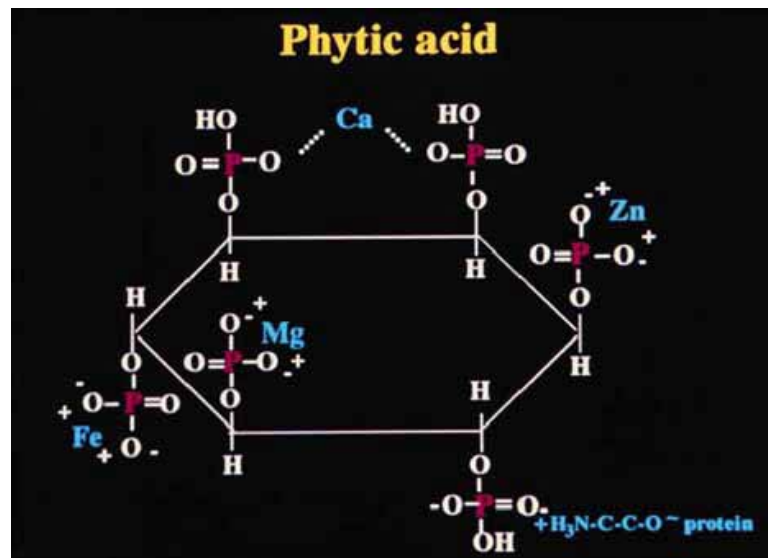


Figure 02 : Structure de l'acide phytique

Source : MENDOZA PARRA (2002)

b- Solubilité des Phytates

Selon Sauveur. (1989) La solubilité dans l'eau des différents phytates est très variable et influence grandement l'utilisation digestive du phosphore phytique. Le phytate de calcium est réputé le plus insoluble alors que le phytate de sodium est soluble.

Parmi les graines de céréales, le seigle est le plus riche en phytate de calcium, le blé en contenant déjà deux fois moins, le riz 8 fois moins et le maïs 16 fois moins. Le phytate de calcium n'est de toute façon prédominant dans aucune graine, les phytates de magnésium et de potassium étant 40 et 200 fois plus répandus. Le problème de l'insolubilité du phytate de calcium contenu dans les graines n'est donc peut-être pas aussi important qu'on le dit quelque fois ; la formation de phytate de calcium au sein même du tube digestif des animaux risque de jouer un rôle plus important dans l'indigestibilité de ce produit.

c- Interactions Phytates – Minérales

Grace à sa structure et ses groupes de phosphate réactifs, le phytate a tendance à se lier avec les cations dans le tube digestif, ce qui les rend indisponibles pour l'animal (Maenz.,2001 ; Oatway et al, 2001). Le Phytate est un composé chélateur qui se lie fortement au Ca, Zn et de nombreux autres cations (Pointillart., 1994). Les oligo-éléments d'intérêt nutritionnel sont fixés plus fortement par l'acide phytique que les macroéléments alcalino terreux. (Sauveur., 1989).

II-2-3 La Disponibilité du phosphore phytique chez les volailles

Pour que le phosphore soit disponible pour le poulet, il doit être hydrolysé en phosphoreinositol et inorganique au sein de l'appareil digestif (**Amanda, 2009**).

Les premières recherches ont indiqué que la volaille n'utilisait pas le phosphore phytique alimentaire (**Taylor., 1965 ; Nelson., 1976**), tandis que les recherches ultérieures sont arrivées à la conclusion que le phosphore phytique est utilisé par les volailles, mais les degrés auxquels il est utilisé varient considérablement

L'utilisation du phosphore phytique par des volailles a été signalée à la gamme de 37% (**Edwards., 1983**) à 50% (**Mohammed et al, 1991**)

La volaille est capable d'hydrolyser les phytates, mais l'activité phytasique endogène est trop faible pour dégrader la molécule de phytate (**Ravindran et al., 1995**).

La disponibilité du phosphore est en fait très variable selon les graines, elle est entre 50 et 85% de P total (**NRC., 1994 ; Ravindran et al., 1995 ; Leytem et al., 2008**).

Moins de 30% pour le maïs et les protéagineux et plus de 50% pour le blé et le triticale et que 30% du phosphore végétal était utilisable pour les volailles (**Sauveur., 1989**).

Cette faible disponibilité de phytate pose deux problèmes pour les producteurs :

- la nécessité d'ajouter des suppléments de P inorganique à des régimes alimentaires.
- l'excrétion de grandes quantités de P dans le fumier.

II-2-4 Présence des Phytates dans les semences végétales

Dans les plantes, le phosphore est principalement présent au sein de molécules organiques telles que phospholipides, phosphoprotéines et phosphoglucides. Une petite quantité est aussi contenue dans les nucléoprotéines qui peuvent libérer de l'acide phosphorique par hydrolyse.

Selon Ravindran et al. (1995), dans les graines, les phytates représentent une réserve de phosphore, de minéraux et d'énergie, utilisée lors de la germination (**Pointillart., 1994**), Les autres parties des plantes (tiges, feuilles) ne contiennent que des quantités négligeables de phytates (**Sauveur., 1989**).

D'après **Pointillart. (1994)**, La teneur moyenne en phosphore phytique, est aux alentours de 0,2% de la matière sèche, elle varie assez peu d'une céréale à l'autre ; les proportions rapportées au phosphore végétal total sont nettement plus variables de (50 à 85%).

II-2-5 Effets antinutritionnels des phytates

a- Effet de l'acide phytique sur la digestibilité des minéraux

Janet et al. (1998), a indiqué que les suppléments graduelles d'acide phytique ont une influence négative sur l'absorption apparente de Zn^{+2} .

L'acide phytique peut aussi réduire la digestibilité d'autres minéraux parce que dans son état naturel dans les plantes, il est complexé avec des minéraux dans les globules des corps protéiques. En outre, l'acide phytique peut complexer les cations à toutes les conditions de pH dans le tractus gastro-intestinal, réduisant ainsi la biodisponibilité des cations. Plusieurs études sur l'effet de l'acide phytique sur la digestibilité des minéraux montrent une relation négative entre concentration alimentaire de l'acide phytique et la digestibilité minérale. **Ravindran et al. (2006)** a signalé que l'augmentation de niveau de concentration de l'acide phytique dans les régimes alimentaires, a entraîné une réduction de digestibilité iléale de l'acide phytique et du Fer.

b- Effet de l'acide phytique sur la digestibilité des acides aminés et de l'énergie

Le phytate (IP6) est un facteur antinutritionnel puissant : non seulement il limite la disponibilité de P et les autres minéraux pour les volailles, mais il possède aussi la capacité d'influencer les dynamiques de sécrétion et d'absorption dans le tractus digestif (**Cowieson et al., 2009**). Les travaux de **Cowieson et al. (2006)** ont montré que l'ingestion d'acide phytique pouvait affecter de façon négative les échanges d'acides aminés, de minéraux et d'énergie dans le tube digestif des poulets de chair.

Cowieson et al. (2009), a montré que l'augmentation de la concentration de l'acide phytique dans l'aliment induisait une augmentation du flux des acides aminés endogènes dans l'iléon du poulet de chair à 28 jours et montrant un effet négatif de l'ingestion de phytate sur les sécrétions endogènes en azote et en acides aminés dans le tube digestif.

La digestibilité des acides aminés (AA) et de l'énergie, comme celle des minéraux, est négativement affectée par l'acide phytique. **Ravindran et al. (2000)**, indique que la digestibilité iléale de tous les AA essentiels a également été réduite par l'augmentation de la Concentration alimentaire de l'acide phytique.

En plus l'acide phytique interagit avec des enzymes telles que la trypsine, la pepsine, l'amylase et la galactosidase, résultant en une diminution dans l'activité de ces enzymes digestives importantes. (**Kornegay, 2001**).

c- Effets des phytates sur l'environnement

Les principaux éléments polluants mis en évidence sont l'azote et le phosphore. A cause des phytates et de leur capacité d'accumulation des minéraux, cette concentration des deux éléments est augmentée dans les rejets.

Le phosphore est en partie apporté par les matières premières d'origine végétale, même si sa disponibilité est faible. En effet, 40 à 90 % du P total- du maïs et du soja sont présents sous forme de phytates. C'est pourquoi, le P est présent en forte concentration dans les rejets. Le fumier provenant de ces élevages est très riche en éléments fertilisants puisqu'il contient jusqu'à 75 % des nutriments initialement présents dans la ration alimentaire des animaux **(Mellef et al., 2010)**.

Deux approches nutritionnelles permettent de réduire les rejets de phosphore **(Bernadet et al., 2006)**: la réduction de l'ingéré de P par une meilleure adéquation des apports et des besoins nutritionnels d'une part et l'amélioration de la rétention du p ingéré d'autre part avec l'utilisation de phytates exogènes d'origine microbienne ou végétale.

CHAPITRE III

CHAPITRE III : LA PHYTASE UN ADDITIF ALIMENTAIRE

III-1. Les phytases

III-1.1 Définition

La Phytase ou myo-inositol-hexaphosphate phosphohydrolase, est maintenant couramment utilisée dans les rations des poulets de chair. Elle est l'enzyme nécessaire à la libération du phosphore organique de réserve des grains. L'addition de Phytase exogène à la ration est reconnue pour augmenter les performances zootechniques des poulets de chair lorsque la ration est déficiente en P (**Selle et Ravindran., 2007**). Le gain de poids est ainsi augmenté par une amélioration de la biodisponibilité du phosphore mais aussi celle d'autres minéraux comme le Cu, le Zn, le Ca (**Zanini et Sazzad., 1999**) et l'azote (**Ravindran et al., 1999**).

III-1.2 Les types de phytases

a- Phytases endogènes des monogastriques

La Phytase endogène, quant à elle, est produite par la microflore du tractus digestif ou par la muqueuse intestinale (**Angel et al., 2002**). La Phytase est présente dans la membrane de la bordure en brosse du tube digestif du poulet. L'activité est plus intense dans le duodénum et diminue progressivement sur toute la longueur de l'intestin (**Maenz et Classen., 1998**). Bien que l'enzyme Phytase est présente, elle n'est pas présente à des niveaux qui ont la capacité à hydrolyser les phytates (**Maenz et Classen., 1998**). Toutefois, cette source de Phytase est très négligeable chez les animaux monogastriques. **Nelson. (1967)**, rapporte que le seigle contient une certaine quantité de Phytase endogène, ce qui peut influencer la disponibilité du phosphore phytique, la presque totalité de cette Phytase était détruite par les sécrétions acides de l'estomac.

Pointillart. (1994), indique que les ruminants hydrolysent totalement le phosphore phytique grâce à la flore du rumen. Le poulet aurait une activité phytasique moins négligeable que celle des autres espèces comme lapin.

Pointillart et al. (1989), la Phytase serait stimulé par la vitamine D ; en fait, il semble plutôt que la vitamine D, en favorisant l'absorption du calcium au niveau duodénil, rend

La phytase un additif alimentaire

moins possible la formation de phytates de Ca insolubles qui sont peu digestibles dans les parties plus distales de l'intestin

b-Phytases végétales

La Phytase a été trouvée dans les ingrédients végétaux tels que le blé, le seigle, l'orge et du soja. Le niveau de l'enzyme et sa capacité à hydrolyser les phytates dans la graine varie entre les plantes (**Pointillart., 1994 ; Kornegay., 2001**).

Kornegay. (2001), montre que le blé a été trouvé à un niveau élevé d'activité phytasique intrinsèque, alors que la farine de maïs et de soja ont été trouvées à avoir de faibles niveaux.

Pointillart. (1994), montre que l'activité phytasique de l'orge est extrêmement variable: tantôt l'orge est à classer dans les céréales sans activité.

Au cours de la germination, des enzymes de Phytase brisent les sels de phytine permettant à la plante d'utiliser le phosphore et les minéraux pour la croissance (**Raboy et al., 2000**).

Les Phytases dans les céréales sont présentes principalement dans la couche a aleurone du grain et ne sont pas activées jusqu'à la germination. Par conséquent, elles ne peuvent pas briser le phytate (**Pointillart., 1994**).

La Phytase végétale est une protéine qui est sensible à la dénaturation lorsqu'elle est exposée à des températures élevées durant les procédures de transformation des aliments (granulation).

Même si leurs ingrédients végétaux tels que le blé ont des niveaux élevés d'activité phytasique intrinsèque qui contribuent à la digestibilité des phytates, ces niveaux ne sont pas assez élevés pour hydrolyser efficacement les phytates alimentaires, et peuvent également être désactivés pendant le traitement. En conséquence, la supplémentation avec du phosphore inorganique ou Phytase exogène seraient nécessaires pour répondre aux besoins en phosphore de la poule. Pour le blé et le triticale, la Phytase est surtout dans les enveloppes (le son) mais elle est plus dispersée dans le grain que ne le sont les phytates.

La phytase un additif alimentaire

La plus forte activité phytasique correspond également à la plus forte concentration de phytates dans l'aleurone. Pour simplifier, la Phytase des grains et des graines se situe surtout, comme les phytates, dans les enveloppes mais l'endosperme (amande du grain) présente une forte activité enzymatique en dépit d'une présence négligeable de phytates. **(Pointillart., 1994).**

Tableaux 13: activité phytasique dans les partitions de la graine (Pointillart., 1994).

<i>Fraction</i>	<i>activité phytasique</i> (en %de l'activité total)	<i>distribution des phytates</i> (en%)
Grain entier	100	100
Endosperme	34.1	2.2
Germe	2.9	} 12.9
Scutellum	15.3	
Son du blé		
Couches épidermiques	1.9	} 0
Testa	4.8	
Aleurone	39.5	87.1

Source : (Pointillart., 1994).

c- Phytases microbiennes

La forme d'origine microbienne est la 3-Phytase. Cette Phytase transforme le myoinositol 1, 2, 3, 4, 5, 6 hexakis dihydrogène phosphate en commençant par la position 3 pour donner un premier produit, le D-myo-inositol 1, 2, 4, 5,6 pentakis dihydrogène phosphate plus un phosphate inorganique (Pi). Cette réaction se répète jusqu'aux produits terminaux, le myo inositol et 6 Pi.

La phytase un additif alimentaire

Il existe plusieurs produits commerciaux des phytases microbienne sur le marché qui peuvent être achetés pour un usage comme additifs alimentaires. Ces produits commerciaux peuvent être ajoutés à l'alimentation des animaux monogastriques.

III-1.3 L'activité phytasique

III-1-3-1 Définition

Le rôle des différentes phytases présentes dans les graines est d'assurer la libération du phosphore par l'hydrolyse lors de la germination. L'activité phytasique est de loin plus élevée dans le germe et les enveloppes que dans le cotylédon (**Sauveur., 1989**). La présence et l'activité des phytases varient largement entre espèces végétales d'un même ordre. Dans les graines de céréales l'ordre d'activité est le suivant : seigle et blé >orge et blé noir >avoine >maïs et sorgho, le rapport entre les valeurs extrêmes étant d'au moins 3/1. L'activité phytasique est très faible dans les tourteaux (soja, colza, coton). Elle n'a pas été déterminée dans les graines de légumineuses. (**Sauveur., 1989**).

Les phytases exogènes ne sont probablement pas actives dans le gésier du poulet mais **Sauveur. (1989)**, a observé une hydrolyse de phytates dans le jabot (pendant 2 heures après un repas) et dans les caeca. L'existence d'une Phytase intestinale endogène chez les oiseaux a fait l'objet de plusieurs publications contradictoires. Malgré l'identification in vitro d'une activité phytasique dans les muqueuses intestinales par certains auteurs, et n'a observé in vivo aucune hydrolyse intestinale de phytate, en dépit d'un pH favorable, lorsqu'aucune Phytase exogène n'était apportée.

III-1-3-2 Calculs de l'activité phytasique (unité Phytase)

Selon BASF Canada, l'activité de la Phytase se calcule en unités, c'est-à-dire que une unité d'activité phytasique (FTU) correspond à la quantité d'enzyme qui libère 1 μmol d'orthophosphate inorganique/min à partir de 0,0051 mole de phytate de sodium/L à un pH de 5,5 et a une température de 37°C. Toutefois, cette manière de calculer l'activité de leur Phytase est totalement arbitraire. En fait, c'est qu'il n'existe pas de manière standard Internationale pour la calculer (**Selle et Ravindran., 2007**).

III-1-3-3 Facteurs influant l'efficacité phytasique

a- Niveau du phosphore alimentaire

L'effet Supplémentaire en Phytase a été prouvé être plus efficace dans les régimes alimentaires qui contiennent peu de niveaux de phosphore inorganique (**Qian et al., 1997**). Des niveaux accrus de phosphore inorganique peuvent inhiber l'action de la Phytase et à briser le phytate. Lorsque le phosphore inorganique est fourni dans l'alimentation à des niveaux qui répondent aux besoins de la poule, le fonctionnement de la Phytase pour libérer le phosphore de phytate peut être inhibé ou diminué (**Nadia bergeron., 2011**). Si la quantité de phosphore inorganique dans le régime est basse, la Phytase sera plus efficace.

b- Niveaux du calcium alimentaire et ratio Ca : P

La teneur en minéraux alimentaires joue un rôle important dans la détermination de l'étendue de phytate hydrolysé dans le tractus digestif de l'animal monogastrique (**Nadia bergeron.2011**). Un haut niveau de Ca dans le régime alimentaire peut conduire à la formation de complexes Ca-insolubles phytates au sein de l'appareil digestif (**Nadia bergeron. 2011**), ce qui rend la molécule de phytate inaccessible par de la Phytase. La supplémentation en Ca dans le tube digestif peut diminuer l'activité phytasique directement en compétition pour les sites de liaison sur la molécule de phytate qui sont désignés pour l'enzyme phytase, Par conséquent la concentration de Ca alimentaire et le rapport Ca : P sont des facteurs importants qui peuvent influencer l'activité phytasique. La recherche a été réalisée sur les effets des niveaux élevés en Ca sur l'activité Phytase, et il a été constaté que des niveaux élevés de Ca alimentaire sont connus pour diminuer les activités de la Phytase chez les poussins (**Applegate et al, 2003**)

✓ L'humidité

La Phytase étant une enzyme hydrolytique, l'action conjuguée d'un air chaud (60°C) et saturé d'humidité peut hydrolyser jusqu'à 30% des phytates du blé et des haricots (**Pointillart., 1994**).

✓ pH

Les phytases végétales sont actives à un pH voisin de 5 ; elles sont très sensibles aux variations de pH, les milieux trop acides ou trop alcalins peuvent les inactiver de façon irréversible. Les phytases végétales des aliments ne peuvent donc être actives que dans L'estomac des animaux. (**Pointillart., 1994**).

La phytase un additif alimentaire

✓ La chaleur

Pour le blé, le maïs, le triticale et les haricots, l'optimum d'activité est situé autour de 50°C. L'inactivation par la chaleur prend de l'importance (50%) à partir de 70°C, elle est de 90% vers 72°C, pour la Phytase du son de blé (**Pointillart., 1994**).

Dans la pratique, la question du traitement des aliments et l'échauffement qui en résulte (granulation) peut être décisive pour la conservation de l'activité phytasique des ingrédients, et en conséquence sur la digestibilité de leur phosphore phytique. Ainsi, pour des aliments composés de matières premières à forte activité phytasique (blé, sons de blé et de seigle, remoulages), le passage en filière (avec conditionnement à la vapeur) n'altère pas cette activité pour une température située entre 47 et 62°C (**Pointillart et al., 1993**).

Par contre, dans certaines filières, la température peut dépasser 80°C et diminuer l'activité (30 à 50%).

III-1-4 Emplacement et mécanisme d'activité phytasique

Le site d'action de l'hydrolyse du phytate par l'enzyme Phytase est principalement dans le jabot, le proventricule et le gésier de la poule. La majorité de l'activité Phytase est vu dans ces domaines de l'appareil digestif en raison de leurs conditions de pH (**Kornegay., 2001**). Comme mentionné précédemment, les phytases ont un pH optimum et dont ils ont besoin afin de fonctionner correctement. La Phytase va fonctionner à son maximum et sera efficace à l'hydrolyse du phytate lorsque l'on travaille dans des conditions qui assurent son optimum pH.

III-2 Effet de la supplémentation en Phytase sur l'utilisation des nutriments

a- Impact de la Phytase sur de la digestibilité du phosphore

La Phytase permet de diminuer la quantité de phosphore inorganique ajoutée à la ration. Celle-ci permet à l'animal d'utiliser le phosphore phytique et par le fait même, diminue la quantité de phosphore qui se retrouve dans l'environnement. Une enquête menée par la Commission des Communautés Européennes (2003) confirme que l'ajout de Phytase aux rations des animaux monogastriques permet une diminution notable de la quantité de phosphate inorganique ajoutée aux rations alimentaires.

La recherche a montré que la supplémentation en Phytase peut améliorer la disponibilité du phosphore phytique et la rétention du phosphore et finalement conduire à une réduction de l'excrétion du phosphore (**Ravindran et al. 2000; Kornegay., 2001**).

b- Impact de la Phytase sur l'utilisation des autres minéraux

Nadia. (2011), a indiqué que la Phytase pourrait améliorer la disponibilité de Ca dans les poulets, et **Qian et al. (1996)**, a constaté que la rétention de Ca augmente de façon linéaire comme la Phytase a été augmentée dans les régimes de dinde. Un Supplément de Phytase a également été démontré pour améliorer la disponibilité de Cu et Zn dans les régimes de la volaille (**Sébastien et al., 1996; Zanini et Sazzad., 1999**).

Jondreville et al. (2007), indique que la Phytase microbienne améliore la disponibilité du zinc chez le poulet.

c- Impact de la Phytase exogène sur les protéines/biodisponibilité des AA

La Phytase améliore aussi la digestibilité des acides aminés d'environ 1-3% (**Ravindran et al. 2001; Nadia., 2011**) Les phytates se lient aux minéraux et aux protéines. La Phytase, en scindant la molécule, libère le phosphore mais aussi soit un minéral ou une acide amine, qui sont alors disponibles pour l'animal.

Snow et al. (2003), ont trouvé que la Phytase n'a eu aucun effet significatif sur la digestibilité d'un des acides aminés quelconques.

d- Impact de la Phytase exogène sur la biodisponibilité énergétique alimentaire

La Phytase augmente aussi la digestibilité des gras et des glucides. **Ravindran et al. (2000, 2001)** ont constaté que la Phytase améliore l'énergie métabolisable apparente (EMA). **Nadia. (2011)**, a évalué à environ 3,5% l'augmentation de la digestibilité des gras et 1,4% celle des glucides.

III-3 Effets de l'ajout de la Phytase sur les rejets de phosphore et des autres nutriments

Lorsque la rétention du phosphore est améliorée avec la supplémentation en Phytase, il est bien évident que l'excrétion de phosphore sera finalement réduite. Une diminution de la réduction des excréments de phosphore avec l'utilisation de Phytase à des régimes alimentaires pauvres en phosphore par rapport au CNRC (Conseil national de recherches, 1994) montre que l'utilisation de Phytase en conjonction avec une réduction des niveaux de phosphore alimentaire est une méthode efficace d'améliorer l'utilisation du phosphore phytique et en diminuant l'excrétion de phosphore dans le fumier.

Bougon et al. (1997), indique que la Phytase permet de réduire les rejets de phosphore de 25 à 35%.

Aubert et Bouvarel. (1997), Montrent que l'addition de phytases dans un aliment pauvre en phosphore disponible a permis de diminuer de fortes proportions la teneur des déjections de phosphore, sans qu'il y ait atteinte des performances zootechniques ou de la qualité des œufs, et en permettant une réduction du nombre d'œufs micro fêlés.

III-4 Effet de Phytase sur performance

Watson et al. (2006), ont démontré que l'ajout de Phytase avait comme impact d'augmenter le GMQ et le CMQ pour les rations carencées en Ca et en PNP (phosphore non phytique), mais aussi pour les rations nutritionnellement équilibrées. Selon cet auteur, la Phytase semble donc avoir un effet positif sur les performances zootechniques des poulets de chair. Une plus récente étude montre qu'il y a une augmentation linéaire du gain de poids et de la prise alimentaire avec l'augmentation de l'activité phytasique de la ration (**Nadia., 2011**).

Et selon le même auteur le type de Phytase utilisé ne semble pas faire de différence.

Toutefois, plusieurs études n'ont observé aucun impact significatif de la Phytase sur le gain de poids, la prise alimentaire et la conversion alimentaire (**Ravindran et al. 2001**).

Etude
EXPERIMENTALE

**MATERIELS
ET METHODES**

CHAPITRE I : MATERIELS ET METHODES

I. Objectif scientifique

L'objectif de notre étude a porté sur l'effet de l'utilisation de la Phytase issue de la souche : *aspergillus oryzae*, sur l'alimentation du poulet de chair, sur les performances du poulet de chair, sur le coût de l'aliment et l'efficacité de sa transformation en produit (viande blanche) et donc sur la rentabilité de l'élevage, dans le but d'apporter des additifs naturels et bénéfiques pour améliorer les performances techniques et économiques du poulet de chair.

II. Lieu Et Période d'étude

L'expérience s'est déroulée dans une exploitation agricole privé qui se situe dans la commune d'Ouled Chebel daïra de Birtouta wilaya d'Alger

Début de l'essai : 16/01/2014

Fin de l'essai : 12/03/2014

Durée d'élevage : 56 jours

III. Matériels

III-1 Bâtiment et équipements

III-1-1 Bâtiment

Le bâtiment expérimental est d'une surface de 127.5 m², pourvu d'une porte, quatre fenêtres sur le côté gauche. A l'intérieur du bâtiment sont installés 05 box de 5 m² chacun au démarrage et 20m² à la fin de l'expérience dont la disposition et la répartition des différents lots expérimentaux sont représentés dans la figure 03.

Les caractéristiques de ce bâtiment

- Longueur : 17 m
- Largeur : 7.5 m
- Superficie : 127.5 m²

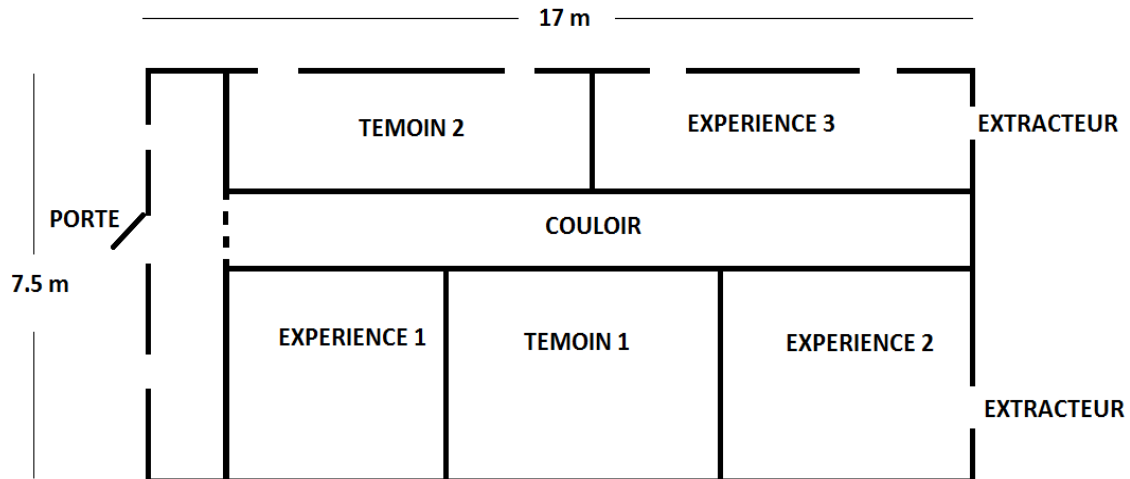


Figure03 : Présentation du Bâtiment.

III-1-2 Equipements

L'équipement est constitué des éléments suivants (annexes IV) :

- Mangeoires, abreuvoirs, seaux, radiants, ampoules, litière, gardes ;
- Panneaux grillagés ;
- Thermomètres ;
- Balance de précision de 30kg pour pesée les animaux ;
- Balance de précision de 150kg pour pesée l'aliment ;
- Matériel de nettoyage et de désinfection ;
- Médicaments et matériel vétérinaire.

III-1-3 Condition d'ambiance

- ✓ La ventilation : La ventilation est assurée par la création d'ouvertures au niveau du film isolant en plastique au cours des 3 premières semaines, puis assurée par des extracteurs et par l'ouverture de la porte et les fenêtres.
- ✓ La température: est maintenue a environ 32°C durant la phase de démarrage, a 3°C durant la phase de croissance et a 30°C durant la phase de finition. La température est

mesurée une chaque jour a l'aide de 05 thermomètres repartis dans la salle expérimentale.

III-2 Cheptel expérimental

D'un effectif de mille (1000) poussins au départ, l'essai a finalement porté sur neuf cent cinquante quatre (954) poussins chair non sexés, de souche Cobb 500.

Le poids moyen des poussins au premier jour était d'environ 42,4 g. Les poussins nous ont été livrés par SNC GRAND COUVOIR.

III-3 Alimentation et composition de la ration

L'aliment expérimental et l'aliment témoin sont iso-énergétiques et iso-protéiques.

Les oiseaux ont reçu trois aliments successifs pour les périodes de 1-21 jours (Démarrage), 22-42 jours (croissance) et 43-56 jours (finition).

Composition de la ration (Tableau 14 et 15) :

Tableau 14 : Composition d'aliment des lots témoins (sans phytase).

MATIERE PREMIERE	DEMARRAGE		CROISSANCE		FINITION	
	POIDS (kg)	%	POIDS (kg)	%	POIDS (kg)	%
CMV	10.00	1.00	10	1.00	10	1.00
HUILE	20.02	2.00	26.53	2.65	44.03	4.40
CALCAIRE	6.86	0.69	6.82	0.68	9.13	0.91
SON DE BLE	22.02	2.20	-	-	-	-
MAIS	575.54	59.09	644.62	64.46	674.92	67.49
TOURTEAU DE SOJA	346.71	34.55	295.01	29.50	243.15	24.32
PHOSPHATE BICALCIQUE	18.86	1.36	17.02	1.70	18.77	1.87
TOTAL	1000	100	1000	100	1000	100

Tableau 15 : Composition d'aliment des lots expérimentaux (avec phytase).

MATIERE PREMIERE	DEMARRAGE		CROISSANCE		FINITION	
	POIDS (kg)	%	POIDS (kg)	%	POIDS (kg)	%
MAIS	556.71	55.67	615.11	61.51	667.82	66.78
TOURTEAU DE SOJA	328.55	32.85	279.41	27.94	227.84	22.78
SON DE BLE	73.51	7.35	50.25	5.02	36.04	3.60
PHYTASE	0.10	0.01	0.1	0.01	0.1	0.01
PHOSPHATE BICALCIQUE	11.12	1.11	12.76	1.28	13.67	1.37
HUILE	14.20	1.42	25.13	2.51	35.00	3.50
CMV	10	1.00	10.00	1.00	10.00	1.00
CALCAIRE	5.80	0.58	7.24	0.72	9.53	0.95
TOTAL	1000	100	1000	100	1000	100



Photo 01 : Aliments utilisés.

III-4 Phytase

Le composant actif du **RonozymeNP**® est une α -phytase d'une souche génétiquement modifiée *d'Aspergillus oryzae* (DSM17594).

Il est destiné à être utilisé dans les régimes alimentaires à base de plantes riches en phytates pour la volaille, les porcelets et les porcs à l'engraissement, la période d'alimentation tend à réduire le besoin de P. inorganique ajouté.

IV Méthodes

IV-1 Conduite de l'élevage

Elle est basée sur le principe d'élevage en « bande unique », consistant en la gestion de lots d'animaux de même âge, même espèce et de même type de production. Les paramètres de conduite d'élevage tels que l'hygiène, les normes d'élevage, les conditions d'ambiance, les éléments de comptabilité et de gestion ont été respectés.

IV-1-1 Préparation du bâtiment

Avant la réception des poussins, le bâtiment d'élevage a fait l'objet d'un vide sanitaire. Ceci a consisté à vider la salle du matériel mobile, puis à procéder à un lavage à grande eau, suivi de désinfection avec de la chaux vive et, deux jours plus tard, de pulvérisation de **biocide**® (désinfectant à base d'iode) sur les murs et le plafond.

Le bâtiment a été maintenu fermé pendant une semaine correspondant au temps nécessaire à l'élimination des germes présents. Une nouvelle désinfection de la salle et du matériel a été réalisée deux jours avant l'arrivée des poussins.

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

Les mangeoires et les abreuvoirs du 1^{er} âge sont mis en place avant la réception des poussins; et les abreuvoirs sont remplis d'eau sucrée comme anti-stress.



Photo 02: préparation du bâtiment avant la mise en place.

Installation de 5 thermomètres au niveau de la poussinière, juste au dessus des poussins et à une hauteur d'un mètre afin de pouvoir contrôler la température près des oiseaux.

Un pédiluve est placé à l'entrée du bâtiment et à l'entrée de la salle expérimentale, il contient (un désinfectant BIOCID + eau de javel).

IV-1-2 Arrivée des poussins

Les animaux ont été transportés dans une voiture jusqu'au poulailler. A leur arrivée, les contrôles suivants ont été effectués :

- ✓ nombre de poussins livrés ;
- ✓ poids moyen des poussins ;
- ✓ état des poussins (état du bec, des pattes, de l'ombilic).



Photo 03 : arrive des poussins.

IV-1-3 Préparation des lots

Une surface permettant une densité de 40 poussins/m² a été installée à l'aide de plaques grillagées. Le radiant fixé aux poutres est suspendu à environ 1m du sol, a permis de chauffer l'aire de démarrage à une température moyenne de 28 °C.

Dés le 1^{er} jour, les poussins ont été répartis en cinq lots (T1, T2, EXP1, EXP2, EXP3) de manière à avoir des poids équilibrés entre les différents lots. T1 et T2 (200 sujets) sont les lots qui ont reçu la ration non supplémentée en phytase (lot témoin), les lots EXP1, EXP2, EXP3 (200 sujets) ont reçu une ration supplémentée en phytase le RONOZYM. La densité au démarrage était de 40 poussins/m² et celle de fin de cycle, de 10 poulets/m².

Ces lots ont été installés à l'aide de plaques grillagées. Le radiant fixé aux poutres et suspendu à environ 1m du sol, a permis de chauffer l'aire de démarrage à une température moyenne de 30 °C.

IV-1-4 Programme de prophylaxie

Les différentes interventions prophylactiques sont enregistrées dans le tableau ci dessus.

Tableau 16 : plan de prophylaxie médicale.

Age (j) et date	Opérations	Produits utilisés	Mode d'administration
J1et J2		Eau sucrée+enrofloxacine	Eau de boisson
J7	Vaccination contre la maladie de Newcastle	HB1 ®	Eau de boisson
J14	Prévention des réactions post-vaccinales et du stress	Anti stress	Eau de boisson
J14, 15et 16	Vaccination contre la maladie de Gumboro	Intervet ®	Eau de boisson
J21	Prévention des réactions post-vaccinales et du stress	Anti stress	Eau de boisson
J21, 22et 23	Rappel vaccin contre la maladie de Newcastle	La Sota	Eau de boisson
J25et J26	Prévention des réactions post-vaccinales et du stress	Anti stress ®	Eau de boisson
J34 et J35	Prévention de la coccidiose	Anti coccidien	Eau de boisson
J39 et 40	Prévention de la coccidiose	Anti coccidien	Eau de boisson
J41, 42,43et 44 J48	Hépto-protecteur Vitaminothérapie	Hipavex ® Amino-vit ®	Eau de boisson Eau de boisson

IV-1-5 Travaux quotidiens

- ✓ La distribution de l'aliment quotidiennement
- ✓ Nettoyage des abreuvoirs, mangeoires et administration de l'eau de boisson
- ✓ L'aération et nettoyage du bâtiment;
- ✓ Chaque semaine, les animaux sont pesés par lot ;
- ✓ Renouvellement de la litière.



Photo 04 : Pesée individuelle des sujets.

IV-1-6 Eclairage du bâtiment

Les animaux ont été élevés sous éclairage constant. L'éclairage de la journée s'est fait par la lumière naturelle alors que celui de la nuit s'est fait par des ampoules de 75 watts (toute la période d'élevage) disposées de part et d'autre dans le poulailler.

IV-2 Paramètres zootechniques

Les données collectées ont permis de faire les calculs de différents paramètres zootechniques.

IV-2-1 Consommation alimentaire

Chaque semaine, la consommation alimentaire journalière des poulets a été enregistrée, grâce à la pesée des quantités d'aliments distribuées et refusées, sur des fiches de consommation alimentaire (**annexe I**).

IV-2-2 Poids vif des animaux

Pendant les 56 jours d'élevage, on a effectuée 8 pesées soit une pesée par semaine. La première pesée s'est faite au 7^{ème} jour des poussins, ensuite le 14^{ème} jour, 21^{ème} jour, 28^{ème} jour, 35^{ème} jour, 42^{ème} jour, 49^{ème} jour et enfin le 56^{ème} jour d'élevage pour une dernière pesée. C'est à l'aide d'une balance électronique de précision que les pesées ont été faites. Les données recueillies ont été enregistrées sur une fiche de pesée (**annexe II**).

IV-2-3 Mortalité

Tous les cas de mortalités, ont été enregistrés sur une fiche de mortalité (**annexe III**)

IV-2-4 Poids de la carcasse

Au 56^{ème} jour d'âge, les animaux ont été abattus, plumés et éviscérés en partie : le gésier et le foie étant restés en place. Le poids carcasse de chaque poulet obtenu a été enregistré sur une fiche d'abattage.

IV-2-5 Détermination des variables zootechniques

Ces calculs ont été rendus possibles grâce aux données collectées tout le long de la conduite de l'élevage.

a- Consommation alimentaire individuelle

La consommation alimentaire individuelle permet d'évaluer les quantités d'aliments consommés par animal sur une période de temps déterminée. Elle a été calculée à l'aide des mesures de quantités d'aliments distribuées et refusées. Elle s'exprime en (gr.) et se détermine selon la formule suivante :

$$\text{Cai (g)} = \frac{\text{Quantité d'aliment distribuée (g)} - \text{Quantité d'aliment refusée (g)}}{\text{Durée de la période (j)} \times \text{nombre de sujets}}$$

b- Gain moyen quotidien (GMQ)

Les mesures des poids relevées ont permis de calculer le Gain Moyen Quotidien en faisant le rapport du gain moyen pondéral pendant une période sur la durée (en jours) de la période.

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

c- Indice de consommation (IC)

Il a été calculé en faisant le rapport de la quantité d'aliment consommé dans une période sur le gain de poids pendant cette même période.

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

d-Rendement carcasse (RC)

Le rapport du poids carcasse après éviscération sur le poids vif du sujet à l'abattage a été calculé. Il a été exprimé en pourcentage (%).

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

e- Taux de mortalité (TM)

Exprimé en pourcentage, il a été déterminé en faisant le rapport du nombre de morts enregistrés pendant la période d'élevage sur le nombre d'animaux au démarrage.

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

IV-2-6 Analyse statistique

Les données collectées ainsi que les variables calculées ont fait l'objet d'un traitement statistique à l'aide du logiciel SPSS (Statistical Package for the Social Science) par le biais d'une analyse de variance (ANOVA).

RESULTATS
ET
DISCUSSION

CHAPITRE II : RESULTAT ET DISCUSSION

II-1 RESULTATS

II-1-1 Performances Zootechniques

II-1-1-1 Poids vif moyen

Pendant la phase de démarrage et de croissance, tous les lots affichent un poids vif moyen sensiblement égal.

Tandis qu'à la phase de finition, les volailles du lot Exp1 présentent une différence significative ($p < 0.05$) sur les quatre autres lots (tableau 17). Comparé au lot Exp 1, le lot T1 ($3,78 \pm 0,479$ kg) a le poids vif moyen le plus bas et suivent les lots Exp 3 ($3,84 \pm 0,409$ kg), Exp2 ($3,85 \pm 0,427$ kg) et T2 ($3,90 \pm 0,441$ kg).

Tableau 17 : Effet de la supplémentation de la ration en phytase sur le poids vif des Poulets.

Poids (Kg)	Lots					Signification
	T 1	T 2	Exp 1	Exp 2	Exp 3	
Démarrage	0,718±0,842a	0,726±0,678a	0,742±0,752a	0,722±0,101a	0,726±0,862a	Ns
Croissance	2.56±0,278a	2.55±0,324a	2.65±0,298a	2.64±0,293a	2.62±0,279a	Ns
Finition	3.78±0,479c	3.90±0,441b	4.10±0,391a	3.85±0,427b	3.84±0,409b	**

Les valeurs suivies de la même lettre sont statistiquement non comparables.

Les valeurs suivies de différentes lettres sont statistiquement comparables.

Ns : non significative.

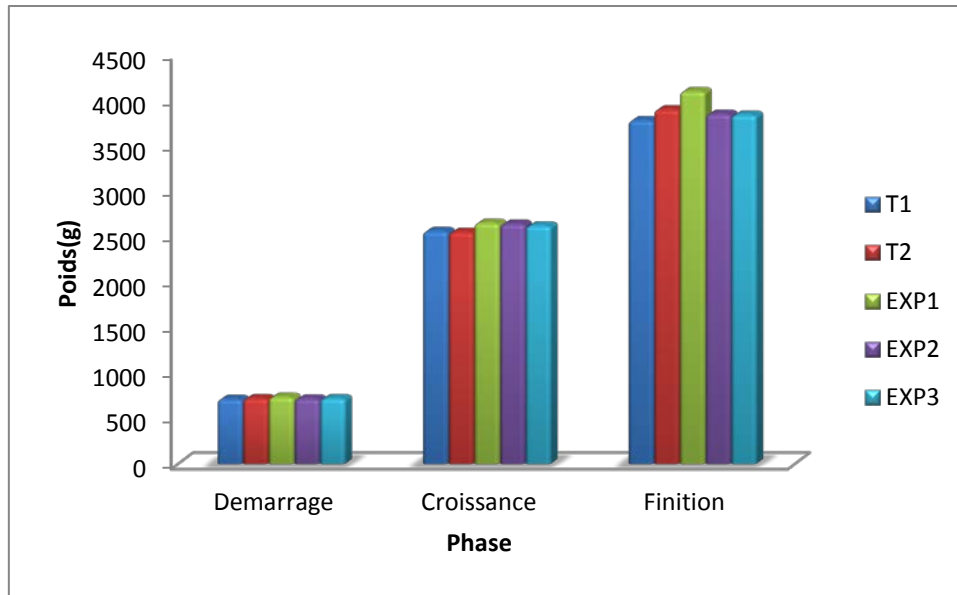


Figure 04: Effet des phytases sur le poids vif moyen.

II-1-1-2 Gain moyen quotidien

Pendant la phase de démarrage et la phase de croissance, il n’y a pas eu de différence significative entre les animaux au niveau de gain moyen quotidien ($p > 0,05$). (Tableau 18)
 Dans la phase de finition, les lots T1, Exp2 et Exp3 présentent tous une différence significative ($p > 0,05$) par rapport au lot T2 et Exp 1 qui présente le gain moyen supérieure ($104,04 \pm 34,12$ g)

Tableau 18 : Effet de la supplémentation de la ration en phytase sur le GMQ.

GMQ(g)	Tem 1	Tem 2	Exp 1	Exp 2	Exp 3	Signification
Démarrage	32,18±4,00a	32,59±3,22a	33,36±3,58a	32,38±4,81a	32,60±4,10a	Ns
Croissance	88,09±13,50a	86,84±16,12a	90,88±14,50a	89,96±15,56a	90,62±14,36a	Ns
Finition	87,21±38,48c	96,63±35,68b	104,04±34,12a	88,88±40,45c	87,13±36,14c	**
Total	66,91±8,56b	68,94±7,87b	72,60±6,99a	68,10±7,64b	67,99±7,31b	**

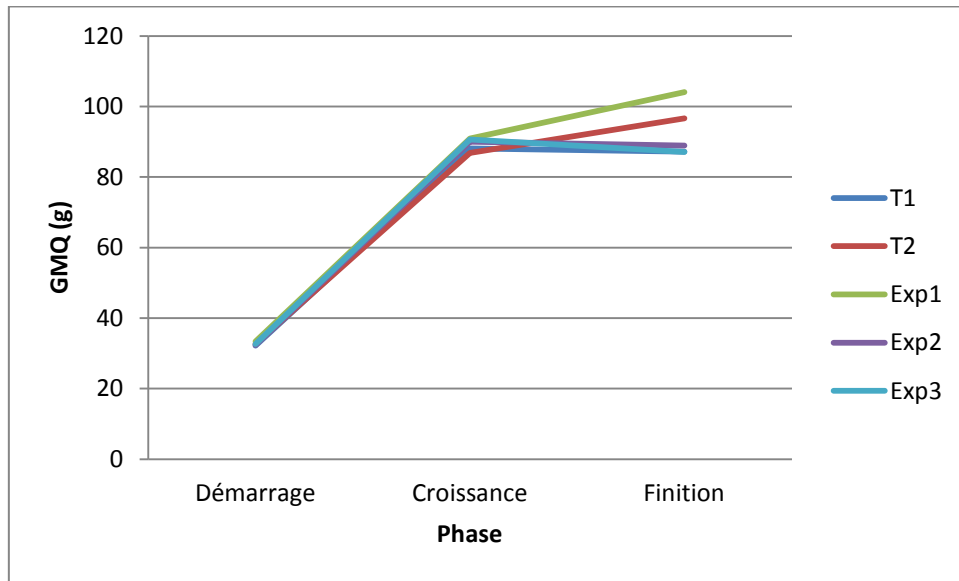


Figure 05 : Effet des phytases sur le gain moyen quotidien

II-1-1-3 Poids carcasse et rendement de carcasse

Les résultats du poids carcasse que nous avons obtenus à l'issue de notre essai sont indiqués sur le tableau 19. Le poids de la carcasse des sujets est, respectivement, de 3,5 kg, de 3,8kg, de 4,0kg, de 3,6kg, et de 3kg pour les traitements T1, T2, Exp1, Exp2 et Exp3.

Le rendement carcasse est, respectivement, de 85,71 %, 86,84 %, 87,50 %, 86,11% et 86,66% pour les traitements T1, T2, Exp1, Exp2, et Exp3.

Tableau 19 : Effet des phytases sur le poids et le rendement de la carcasse

	Lots				
	T 1	T 2	Exp 1	Exp 2	Exp 3
Poids vif (kg)	3,5	3,8	4	3,6	3
Poids carc(kg)	3	3,3	3,5	3,1	2,6
Rmdt carc (%)	85,71	86,84	87,50	86,11	86,66

Poids carc : poids carcasse ;

Rdm t carc : rendement carcasse.

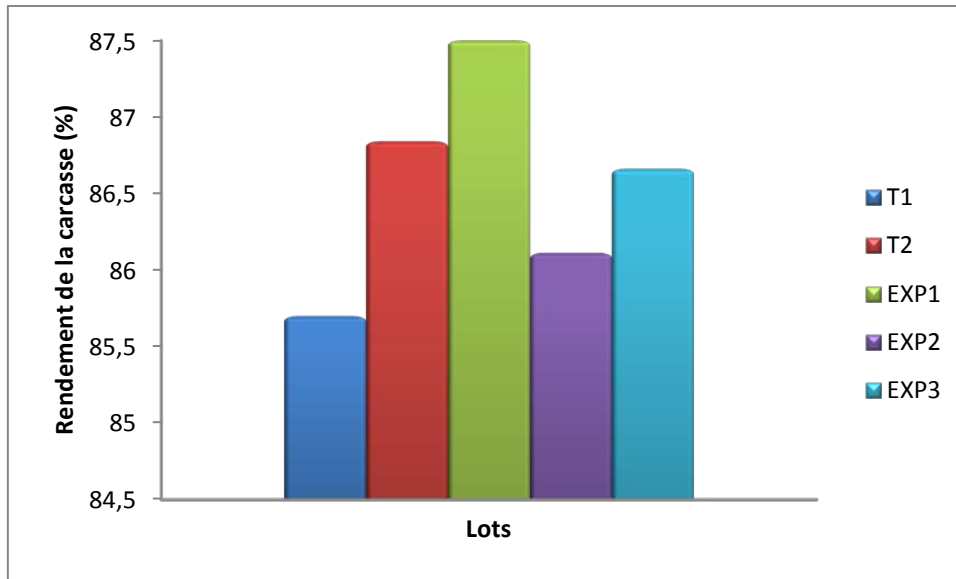


Figure 06 : Rendement carcasse en fonction des traitements.

II-1-1-4 Consommation alimentaire et Indice de consommation

II-1-1-4-1 Consommation alimentaire individuelle

Les phytases n'ont pas permis d'augmenter de manière significative la consommation alimentaire. Tout au long de l'essai, on note une consommation alimentaire élevée dans les lots témoins (T1 et T2) (tableau 20). Aussi on a noté une consommation alimentaire élevée dans le lot Exp1 au démarrage et à la finition. À la croissance, c'est au niveau des lots (T1 et T2) que nous observons une consommation alimentaire plus élevée que celle des lots expérimentaux (Tableau 20).

Tableau 20 : Effet des phytases sur la consommation alimentaire individuelle (kg).

Consommation alimentaire individuelle (kg)	Lots				
	Témoin 1	Témoin 2	Exp 1	Exp 2	Exp 3
Phase					
Démarrage	1.01	1.06	1.12	1.08	1.09
Croissance	4.03	4.02	3.49	3.70	3.55
Finition	3.31	3.28	3.44	3.25	3.36
Total	8.35	8.36	8.05	8.05	8.00

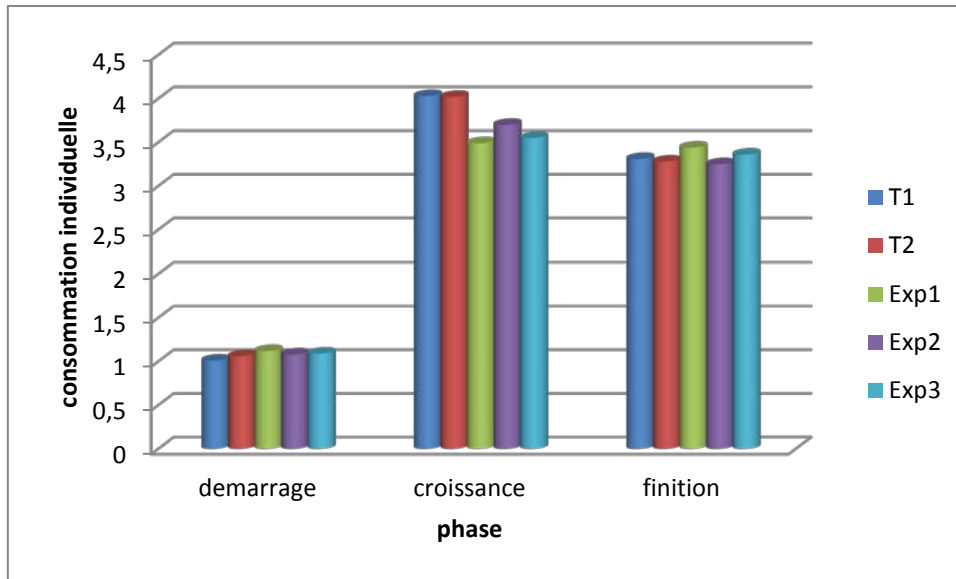


Figure 07 : Effet des phytases sur la consommation alimentaire

II-1-1-4-2 Indice de consommation

Les observations décrites pour la consommation alimentaire en présence de phytase tendent à s'appliquer à l'indice de consommation. Nous avons constaté que le lot EXP1 a mieux valorisé l'aliment que les autres lots, avec un indice de consommation de 1.95

Les meilleurs indices de consommation ont été enregistrées dans les lots expérimentaux (Tableau 21) soit que le lot (Exp1) valorise mieux l'aliment que le lot(Exp2) et (Exp3). Les phytases ont permis d'améliorer l'indice de consommation.

Tableau 21 : Effet des phytases sur l'indice de consommation.

Indice de Consommation	Lots				
	Témoin 1	Témoin 2	Exp 1	Exp 2	Exp 3
1-21 ^{ème} jours	1.49	1.54	1.60	1.58	1.59
21-42 ^{ème} jours	2.17	2.20	1.82	1.95	1.86
42-56 ^{ème} jours	2.71	2.42	2.36	2.61	2.75
Global	2.20	2.14	1.95	2.08	2.07

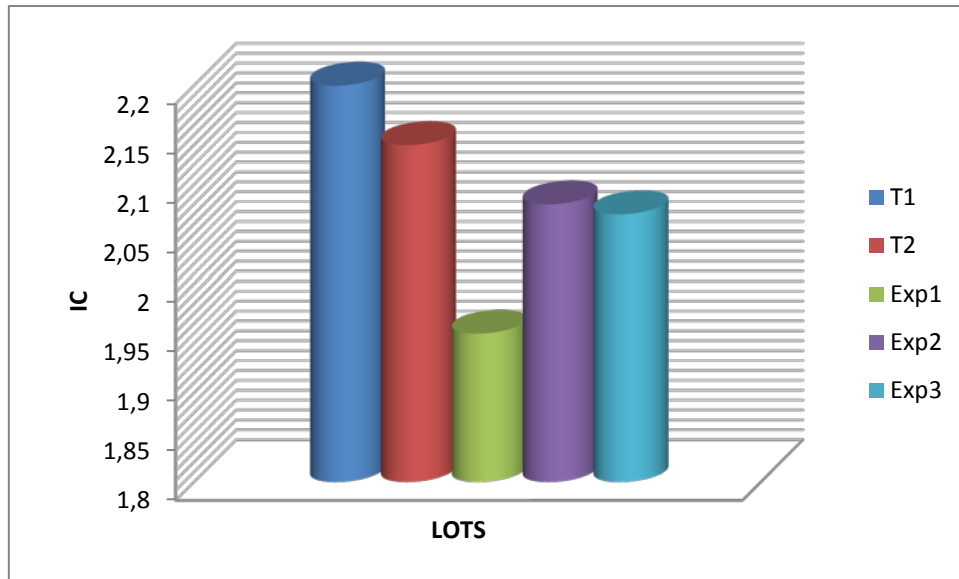


Figure 08 : Effets des phytases sur l’efficacité alimentaire

II-1-1-5 Mortalité et taux de déclassement

II-1-1-5-1 Mortalité

Du début de l’essai (j1) jusqu’à la fin de bande (j56), nous avons eu 46 cas de mortalité repartis entre les cinq lots (T1, T2, EXP1, EXP2, EXP3). Le plus grand nombre a été enregistré dans les lots Exp2(10) et Exp3(10).

Il y a eu autant de mortalité en phase de démarrage qu’en phase de croissance et finition. (Tableau 22)

Tableau 22 : Effet de phytase sur la mortalité.

	Lots					
	T1	T2	EXP1	EXP2	EXP3	TOTAL
Effectif à 1J	200	200	200	200	200	1000
Effectif à 56J	191	191	192	190	190	954
Nombre de sujets morts	9	9	8	10	10	46
• Démarrage	6	4	5	3	4	22
• Croissance	0	4	1	4	2	11
• Finition	3	1	2	3	4	13
Taux de mortalité (%)	4.5	4.5	4	5	5	4.6

Les cas de mortalité sont survenus de manière subite sans observation de symptômes.

II-1-1-5-2 Taux de déclassement

Tout le long de la conduite de notre expérience .nous avons seulement observé vingt (20) cas entre des paralysies et des sujets déclassés, cinq (5) cas de paralysie et quinze (15) cas de déclassés. Sur l'ensemble de ces cas, onze (11) provenaient des lots témoins et neuf (9) des lots expérimentaux.

Tableau 23 : Effet de phytase sur l'état sanitaire

	T1	T2	Exp1	Exp2	Exp3	Total
Paralysie	1	2	1	0	1	5
Déclassé	4	4	2	2	3	15
Total	5	6	3	2	4	20

II-1-2 Etude économique :

Tableau 24: Etude économique de l'effet de la supplémentation des phytases dans L'alimentation des poulets de chair

Paramètres	Temoin1	Témoin 2	Exp 1	Exp 2	Exp 3
Prix unitaire de l'aliment (DA/kg).					
Démarrage	42.84	42.84	40.35	40.35	40.35
Croissance	41.61	41.61	40.93	40.93	40.93
Finition	40.70	40.70	39.48	39.48	39.48
Consommation d'aliment (kg)					
Démarrage	1.01	1.06	1.12	1.08	1.09
Croissance	4.03	4.02	3.49	3.70	3.55
Finition	3.31	3.28	3.44	3.25	3.36
Cout d'aliment par poule (DA)					
Démarrage	43.26	45.46	45.19	43.57	43.98
Croissance	167.68	167.27	142.84	151.44	145.30
Finition	134.71	133.49	135.81	128.31	132.65
	<u>345.65</u>	<u>346.17</u>	<u>323.84</u>	<u>323.32</u>	<u>321.93</u>
Prix de revient de poule (alimentation +frais)(DA)	493.78	494.52	482.62	461.88	459.90
Poids moyen (kg)	3.789	3.903	4.107	3.855	3.849
Prix de vente par kg de poulet (DA)	160	160	170	160	160
Prix de vente du poulet (DA)	606.24	624.48	647.12	616.80	615.84
Marge bénéficiaire (prix de vente –prix de revient) (DA)	112.46	129.96	164.50	154.92	155.94

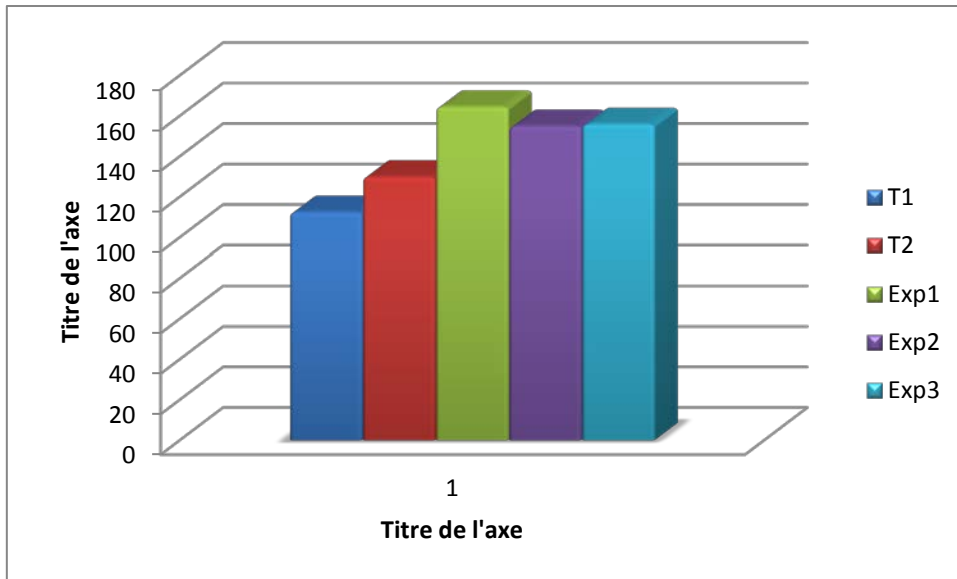


Figure 09 : Marge bénéficiaire par lots.

II-2 DISCUSSION**II-2-1 Effet des phytases sur le poids vif**

D'après nos résultats, on a noté que les poulets du lot Exp1 ont obtenu les meilleures performances pondérales durant les trois phases d'élevages. (Tableau 17). Les baisses de poids vif des poulets nourris avec une ration sans phytase par rapport au lot Exp1 concordent avec les résultats obtenus par **COWIESON et al. (2006)**, **DEBICKI et al. (2007)**, **PETRA et al. (2009)**. Ces auteurs ont obtenu une augmentation du poids vif des sujets ayant reçu des rations supplémentées aux phytases par rapport aux témoins négatifs.

II-2-2 Effet des phytases sur le GMQ

Pour ce qui est du GMQ, nous constatons que le GMQ le plus élevé est enregistré au niveau du lot Exp1 ($72,60 \pm 6,99$) par contre, les valeurs du T2, Exp2, Exp3 sont respectivement ($68,94 \pm 7,87$), ($68,10 \pm 7,64$), ($67,99 \pm 7,31$) représentent le GMQ moyen et en dernière position T1 avec une valeur de ($66,91 \pm 8,56$). (Tableau 18).

Ceci montre que nos résultats concordent à ceux de **SOUTHERN (2010)**, qui a montré que l'ajout de phytase dans la ration augmente le GMQ, il en est de même avec les observations de **PETRA et al (2009)**.

II-2-3 Effet des phytases sur les caractéristiques de la carcasse

En corrélation avec le poids vif à l'abattage, nous constatons que le poids de la carcasse du lot Exp1 est toujours supérieur (Tableau 19).

Par contre pour le rendement de la carcasse, nous remarquons qu'il n'existe pas de différence significative entre les différents traitements (valeur presque égale) (Tableau 19).

Le rendement de la carcasse dépend certes du poids vif à l'abattage, du poids de la carcasse, mais aussi d'autres paramètres. Tels que le poids du squelette des viscères et les plumes.

II-2-4 Effet des phytases sur la consommation alimentaire

Sur le plan de la consommation alimentaire, nous avons obtenu une différence significative entre les sujets traités aux phytases et les sujets témoins avec une valeur enregistrée de 300g (Tableau 20).

Les deux témoins T1, T2 ont consommé presque la même quantité d'aliment (8,35kg et 8,36kg) et Exp1, Exp2, Exp3 (8,05kg, 8,05kg, 8,00kg) (Tableau 20) ont aussi consommé presque la même quantité d'aliment, mais contrairement à ces résultats **SOUTHERN(2010)**, Estime que la supplémentation de la phytase dans l'aliment augmente la consommation alimentaire.

II-2-5 Effet des phytases sur l'indice de consommation

S'agissant de l'indice de consommation, les meilleurs résultats ont été obtenus dans les lots expérimentaux par rapport aux lots témoins, (figure 12) la bonne valorisation de l'aliment a été réalisée par le lot de l'expérience 1 (exp1) qui concorde avec les résultats de **PIROGOZLIEV et al (2008)**. Selon ces auteurs, l'ajout de phytase dans la ration améliore l'indice de consommation.

II-2-6 Effet des phytases sur la mortalité

Les mortalités élevées ont été enregistrée pendant la phase de démarrage, le taux de mortalité le plus élevé (5%) est observé dans les lots expérimentaux (2 et 3) (tableau 22). cette observation est contraire aux résultats de **SOUTHERN(2010)**, qui a montré que l'incorporation de phytase dans l'alimentation de poulet de chair réduit considérablement (souvent 0%) le taux de mortalité .Le taux de mortalité global est de 4.6% durant l'expérience. (Tableau 22)

II-2-7 Effet des phytases sur l'état sanitaire des poulets

La majorité des cas de paralysie et de déclassés ont été observés dans les lots témoins T1 (1-4), T2 (2-4) qui n'ont pas reçus de phytase. (Tableau 23) Ces résultats sont en accord avec les nombreuses études réalisées qui ont montré que l'addition des phytases dans la ration favorise une amélioration de la minéralisation et par conséquent augmente la qualité de l'os. **PETRA et al (2009)** ont noté une amélioration significative de la résistance osseuse a l'ajout dans la ration de phytase. Le phosphore et le calcium étant les constituants majeurs de la trame minérale de l'os, les phytases dans la ration augmentent leur biodisponibilité.

II-2-8 Analyse économique de l'effet de supplémentation des phytases sur la productivité

L'addition de phytase dans les rations a permis de réduire le coût de l'aliment. Ainsi que sur le plan économique, le lot Exp1 a donné les meilleurs résultats avec une marge bénéficiaire de 164.50 DA par poulet par rapport au lot Exp2 et Exp3 qui ont une marge de 154.92 DA et 155.94 DA. Ainsi, par rapport aux lots témoins. Cette différence est plus importante dans un élevage de 10000 poulets ou plus.

Aussi, il est bon de préciser qu'au 49^{ème} jour d'âge des volailles, ils avaient atteint le poids d'abattage, ce qui constituerait une marge bénéficiaire sur le coût de production notamment, par la réduction du coût de l'aliment.

CONCLUSION

Conclusion

En somme, tout en luttant contre les effets antinutritionnels des phytates, les phytases améliorent les performances de croissance.

C'est dans cette optique que nous avons voulu tester et voir l'effet de l'utilisation de la Phytase issue de la souche : *Aspergillus oryzae*, à un taux d'incorporation de 0,1% sur un effectif de 1000 poulets de chair de souche Cobb 500. Les animaux ont été mis en cinq lots T1, T2, Exp1, Exp2, Exp3. Les animaux (des cinq lots) ont été nourris avec une ration iso-protéique et iso-énergétique, Exp1, Exp2, Exp3 avec une ration supplémentée en RONOZYM Np® a un taux de 0.1%. Les lots T1 et T2 étant les témoins avec deux répétitions ont été nourris avec une ration non supplémentée en phytase. Grâce aux pesées des poulets et les pesées des quantités d'aliments distribuées et refusées à J7, J14, J21, J28, J35, J42, J49, J56, nous avons pu évaluer l'effet de la phytase sur l'alimentation du poulet de chair, sur les performances du poulet de chair, sur le coût de l'aliment, et sur l'aspect économique

Nous avons obtenu les résultats suivants :

- ✓ Comparés au lot témoin, les poulets du lot Exp1 ont eu une meilleure croissance pondérale. les poids vifs à l'abattage sont de 3,78 kg, 3,90 kg, 4,10 kg, 3,85 kg et de 3,84 kg, respectivement, pour les lots T1, T2, Exp1, Exp2 et Exp3 ;
- ✓ Le gain moyen quotidien (GMQ) global est de 66,91 g/j, 68,94 g/j, 72,60 g/j, 68,10 g/j et de 67,99 g/j, respectivement pour les lots T1, T2, Exp1, Exp2 et Exp3 ;
- ✓ Tout comme pour le poids vif à l'abattage, le lot Exp1 a réalisé le meilleur poids de carcasse avec une valeur de 4,00 kg ;
- ✓ Les rendements carcasses sont cependant, assez proches les uns des autres. Les valeurs pour T1, T2, Exp1, Exp2 et Exp3 sont, respectivement, de 85,71 %, 86,84 %, 87,50 %, 86,11 % et 86,66 %. Le lot Exp1 ayant obtenu le meilleur rendement carcasse ;
- ✓ L'indice de consommation (IC) global est de (2,20), (2,14), (1,95), (2,08) et (2,07), respectivement pour les lots T1, T2, Exp1, Exp2 et Exp3. Le lot Exp1 a réalisé le meilleur indice de consommation (1,95) ;
- ✓ Sur toute la période de notre essai, nous avons enregistré un taux de mortalité global de 4,6 % ;
- ✓ Nous avons observé vingt cas (20) entre paralysies et déclassés, La majorité des cas de paralysies et de déclassés ont été observés dans les lots témoins.

Au terme de notre expérimentation, il ressort que la supplémentation de phytase a permis d'améliorer significativement quelques performances de croissance.

Bien que, les effets de ces traitements soient comparables, nous avons néanmoins remarqué que la phytase a eu plus d'effets positifs, même sur le plan économique. Ceci permet de conclure à son utilisation comme additif alimentaire dans la formule du poulet de chair.

Il serait cependant intéressant :

- Que cette expérimentation soit reprise et que l'aliment soit sous forme de miettes, pour s'assurer de l'homogénéité de l'aliment ;
- L'organisation de la filière avicole en proposant des formations aux éleveurs visant à renforcer leurs capacités et leurs connaissances sur l'aviculture.

D'autres études peuvent être faites parallèlement à ce sujet pour voir l'influence de différents niveaux de phytase sur la croissance des poulets de chair.

REFERENCE
BIBLIOGRAPHIQUE

Référence Bibliographique

- Amanda Lynn Beutler, 2009.** The efficacy of quantum phytase in laying hens fed com-soybean meal based diets, A Thesis Submitted to the College of Graduate Studies and Research in Partial Fulfillment of the Requirements For the Degree of Master of Science in the Department of Animal and Poultry Science University of Saskatchewan Saskatoon.
- Angel R., Tamim, N. M., Applegate T. J., Dhandu, A. S., Ellestad L. E., 2002.** Phytic acid chemistry phosphorus availability and phytase Applied Poultry Research. 11 : 471-480.
- ANSELME B., 1987.** L'aliment composé pour volaille du Sénégal: situation actuelle, contribution à son amélioration pour une meilleure valorisation des ressources nutritionnelles locales. Thèse: Méd. Vét : Toulouse ; 103.
- ANSELME B., 1987.** L'aliment composé pour volaille du Sénégal: situation actuelle, contribution à son amélioration pour une meilleure valorisation des ressources nutritionnelles locales. Thèse: Méd. Vét : Toulouse ; 103.
- Applegate T.J., Joern B.C., Nussbaum-Wagler D.L. Angel R., 2003.** Water-soluble phosphorus in fresh broiler litter is dependent upon phosphorus concentration fed but not on fungal phytase supplementation. Poultry Science., 82: 1024-1029.
- Aubert C., Bouvarel I., 1997.** Influence de l'addition de phytases dans l'aliment sur les rejets phosphores issus d'un élevage de poules pondeuses... Deuxième journées de la recherche avicole: 68-70.
- Bernadet Marie-Dominique., Guy G., Nys Y., 2006.** Effet du taux de calcium sur l'activité phytasique et la réduction des rejets phosphores chez le canard mulard durant la phase de croissance et de finition 7èmes Journées de la Recherche sur les Palmipèdes à Foie Gras, 114 Arcachon, 18 et 19 octobre; 114 -117.
- Bougon M., Launay M., 1997.** Intérêt des phytases chez les pondeuses, deuxième journées de la recherche avicole : 71-74.
- Cowieson A. J., Acamovic T. and Bedford M. R., 2006.** Phytic acid and phytase: Implication for protein utilization by Poultry. Science. 85: 878-885.
- Cowieson A., Peron AI., Debicki G., Messenger B., Selle P., Ravindran V., 2009.** Effet du taux de phytate et de deux phytases (origine bactérienne ou fongique) sur le flux des acides amines endogènes chez le poulet en croissance, huitièmes journées de la recherche avicole, 157-161.
- DAYON J. et ARBELOT B., 1997.** Guide D'élevage des volailles au Sénégal.-Dakar : ISRA-LNERV.-122p.

Référence Bibliographique

- DEBICKI-GARNIER A.M., SANDS J., PERON A., MESSENGER B., 2007.** Efficacité et mode d'action d'une nouvelle phytase en alimentation des volailles. Journées de la Recherche Avicole, 28-29 mars 2007, Tours, France. 150-153.
- DEBICKI-GARNIER A.M., SANDS J., PERON A., MESSENGER B., 2007.** Efficacité et mode d'action d'une nouvelle phytase en alimentation des volailles. Journées de la Recherche Avicole, 28-29 mars 2007, Tours, France. 150-153.
- DIOP A., 1982.** Le poulet de chair au Sénégal, production, commercialisation et perspectives de développement. Thèse : Méd. Vét: Dakar ; 8.
- Edwards H. M. Jr., 1983.** Phosphorus Effect of breed and strain on utilization of suboptimal levels of phosphorus in the ration. Poultry. Science. 62: 77-84.
- F.A.O., 1995.** Le maïs dans l'alimentation humaine.- Rome : FAO.- 190p.
- FERRANDO R., 1969.** Alimentation du poulet de chair et de la poule pondeuse.- Paris : Vigot et frères.-197p.
- FERRANDO R., 1969.** Alimentation du poulet de chair et de la poule pondeuse.- Paris : Vigot et frères.-197p.
- GERAERT P.A., 1991.** Métabolisme énergétique du poulet de chair en climat chaud. *Prod. Anim*, 4(3): 257-267.
- I.N.R.A., 1992.** Alimentation des volailles : le poulet de chair.-5è ed.-Versailles :Edition INRA.-25p.
- I.N.R.A. (Institut National de recherches agronomiques), 1979.** Alimentation des volailles: le poulet de chair. 2nd Edit. Service de publication: Versaille- France, 19p.
- I.N.R.A. (Institut National de recherches agronomiques); 1979.** Alimentation des volailles: le poulet de chair. 2nd Edit. Service de publication: Versaille- France, 19p.
- IEMVT, 1991.** Aviculture en zone tropicale.-Paris : Ministère français de la coopération et du développement.-186.-(Manuel et précis d'élevage).
- ISA, 1985.-** Guide d'élevage du poulet de chair.- Lyon : ISA.-20p
- Janet R Hunt, Lori A Matthys, and LuAnn K Johnson., 1998.** Zinc absorption, mineral balance, and blood lipids in women consuming controlled lactoovoovegetarian and omnivorous diets for 8 wk1-4, American Journal of Clinical Nutrition, 67:421- 30.
- Jondreville C., Magnin M., Lescoat P., Feuerstein D., Gruenberg B, Nys Y., 2007.** Remplacement du sulfate de zinc par la 3-phytase microbienne d'*Aspergillus niger* dans les aliments pour poulets de chair, Septièmes Journées de la Recherche Avicole : 104-108.
- KOLB, 1975-** Physiologie des animaux domestiques.-Paris : Ed. Vigot-Frères.-974p.

Référence Bibliographique

- Kornegay. 2001.** Digestion of phosphorus and other nutrients: the role of phytases and factors influencing their activity, in: bedford,g. partridge., 2001 enzymes in farm animal nutrition., 237-271.
- LARBIER M. et LECLERCQ B., 1992.** Nutrition et alimentation volailles.-Paris : INRA. France .355p.
- Leytem A. B., WidyaratneG. P., and Thacker P. A.,2008.**Phosphorus Utilization and Characterization of IlealDigesta and Excreta from Broiler Chickens Fed Diets Varying in Cereal Grain, Phosphorus Level, and Phytase Addition Poultry Science 87:2466- 2476.
- MABALO K., 1993.** Influence de l'apport du phosphore sur la consommation alimentaire, le métabolisme phosphocalcique et les performances de croissance du poulet de chair en milieu sahélien. Thèse. Méd. Vét : Dakar ; 20.
- Maenz D. D., and Classen H. L., 1998.** Phytase activity in the small intestinal brush border membrane of the chicken. Poultry. Science. 77:557-563.
- MaenzD. D., 2001.** Enzymatic characteristics of phytases as they relate to their use in animal feeds. Pages 61-83 in Enzymes in Farm Animal Nutrition. M. R. Bedford, and G.G. Partridge, ed. CAB International, Wallingford, UK.
- Mellef J., Dridi A., EL Bahri L., Belhaj O., 2010.** Revue des effets de l'ajout de phytase microbienne sur la biodisponibilité du phosphore et les performances des volailles, Revue de Médecine Vétérinaire., 7:342-352.
- Mohammed A., M. J. Gibney., and Taylor T. G., 1991.** The effects of dietary levels of inorganic phosphorus, calcium and cholecalciferol on the digestibility of phytate-P by the chick. British Journal of Nutrition 66:251-259.
- Nadia bergeron., 2011.** Impacts de l'alimentation végétale, de la phytase et de la saison sur la composition de la litière et les performances zootechniques des coqs a chair. Mémoire pour l'obtention du grade de maitre es sciences (M.Sc.), université Laval, Quebec.
- Narcy Agnes., Marie-Pierre Letourneau-Montminy., Michel Magnin., Yves NysetCatherine Jondreville., 2009.**Voies nutritionnelles d'économie de phosphore chez le poulet, Huitiemes Joumees de la Recherche Avicole, St Malo, 25 et 26 mars, P 102-109.
- National Research Council (NRC)., (1994).**Nutrient Requirements of Poultry" ^{9th} ed.Nat. Acad.Press, Washington, DC.
- Nelson T. S., 1967.** The utilization of phytate phosphorus by poultry. A review. Poultry.Science. 46 :862-871.
- Nelson T. S.,1976.** The hydrolysis ofphytate phosphorus by chicks and laying hens.Poultry. Science. 55:2262-2264.

Référence Bibliographique

- NGA.O.2009.** Effet de la nature des céréales et de la taille particulière sur les performances zootechniques des poulets de chair. Thèse : Méd .vet : Dakar ; 18.
- Oatway L., Vasanthan T., Helm J.H., 2001.** Phytic acid. *Food Rev. Int.*, 17:419-431.
- PETRA P., FRU F., AURELI R., 2009.** Etude comparative de plusieurs phytases sur la digestibilité des minéraux chez le poulet de chair. Journées de la Recherche Avicole, 25-26 mars, Saint Malo, France. 230-234.
- PICARD M., SAUVEUR B., FERRANDJI F., ANGULO I. et MONGIN P., 1993.** Ajustement technico-économique possible de l'alimentation des volailles dans les pays chauds. *INRA, Prod. Anim.*, 6(2) : 87-103.
- PIRGOZLIEV V., ODUGUWA O., ACAMOVIC T., BEDFORD M.R., 2008.** Effects of dietary phytase performance and nutrient metabolism in chickens. *Br. Poult Sci.*, 49 : 144-154.
- Pointillart A., 1994.** Phytates, phytases : leur importance dans l'alimentation des monogastriques. *INRA Production Animale*, 7 (1), 29-39.
- Pointillart A., Colin C., Cayron B., Camus P., Fourdin A., 1989.** Apport vitaminique D et absorption du phosphore phytique chez le pore. *Jour. Rech. Pore.*, 21, 39-44.
- Pointillart A., Colin C., Lacroix C., Radisson J., 1993.** Réduction chez le pore en croissance de la supplémentation en phosphore minéral par l'utilisation de céréales à activité phytasique élevée. *Jour. Rech. Pore.*, 25 : 233-238.
- Qian H., Kornegay E. T., Denbow D., M. 1997.** Utilization of phytate and calcium as influenced by microbial phytase, cholecalciferol, and the calcium: total phosphorus ration in broiler- diets. *Poultry Science*. 76: 37-46.
- Qian H., Veit H. P., Kornegay E. T., Ravindran V., Denbow D. M., 1996.** Effects of supplemental phytase and phosphorus on histological and other tibial bone characteristics and performance of broilers fed semi-purified diets. *Poultry Science*, 75: 618-626.
- Raboy V., Waldroup P. W., Kersey J. H., Saleh E. A., Fritts C. A., Yan F., Stilborn H. L., Crum R. C. JR., 2000.** Nonphytate phosphorus requirement and phosphorus excretion of broiler chicks fed diets composed of normal or high available phosphate with and without microbial phytase. *Poultry. Science*. 79 :1451-1459.
- Ravindran V., Cabahug S., Ravindran A., Bryden W.L., 1999.** Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broilers. *Poultry Science*, 78: 699-706.

Référence Bibliographique

- Ravindran V., Cabahug S., Ravindran G., Selle P. H., Bryden W. L., 2000.** Response of broiler chickens to microbial phytase supplementation as influenced by dietary phytic acid and nonphytate phosphorus levels. II. Effects on apparent metabolizable energy, nutrient digestibility and nutrient retention. *British. PoultPJ*
- RavindranV., Bryden W. L., Kornegay E. T., 1995.** Phytates: occurrence, bioavailability and implications in poultry nutrition. *Poultry. and Avian Biology. Reviews.* 6:125-143.
- RavindranV., P. Morel C. H., PatridgeG. G., HrubyM., Sands J. S., 2006.** Influence of an *Escherichia coli*-derived phytase on nutrient utilization in broiler starters fed diets- containing varying concentrations of phytic acid. *Poultry Science.* 85 :82-89p.
- RUDEAUX F. et BASTIANELLI D., 1999.** L'alimentation du poulet de chair en climat chaud. In : *La production de poulets de chair en climat chaud.- Paris : ITAVI, 71-77.*
- SANOFI,1999.** Les maladies contagieuses des volailles, France, 12 p.
- SAUVEUR B., 1989.** Phosphore phytique et phytases dans l'alimentation des volailles. *INRA Prod. Anim., 2* : 343-351.
- SCHWARZ H.J., PETER V. et MAZANOWSKI A., 1987-** Internationales Handbuch der *Sci., 49* : 144-154.
- Sebastian, S., S. P. Touchburn, E. R. Chavez, and P. C. Lague. 1996.** The effects of supplemental microbial phytase on the performance and utilization of dietary calcium, phosphorus, copper, and zinc in broiler chickens fed com-soybean diets. *Poultry. Science.* 75 :729- 736.
- Selle P. H., Ravindran V., 2007.**Microbial phytase in poultry nutrition .A review. *Animal Feed Science and Technology,* 135: 1-41.
- SMITH A.J., 1992.** L'élevage de la volaille. Vol 1 Paris : A .C.C.T ; Ed Maison neuve et la rose ; Wageningen : C.T.A .123p.- (Technicien d'agriculture tropicale).
- SMITH A.J., 1997.** L'élevage de la volaille. Les techniques d'agriculture tropicale, Vol. 1 et 2.-368p.
- Snow J. L., Douglas M. W., Parsons C. M., 2003.** Phytase effects on amino acid digestibility in molted laying hens. *Poultry Science* 82:474- 477.
- SOUTHERN L., 2010.** Phytase Restores Growth Performance and Bone Characteristics in 0 to 21 day Broilers Fed Varying Levels of Dietary Calcium. *Feedinfo News Service,* 8p.
- Taylor T. G., 1965.** The availability of the calcium and phosphorus of plant materials for animals. *Proceeding of Nutrition. Society.* 24:105-110.
- THEREZIEN M. et JOLLIET O., 2006.** Évaluation écologique de l'utilisation de phytase dans l'alimentation des porcs à l'engrais. Office Fédéral de l'Environnement, Lausanne, 27 p.

Référence Bibliographique

Tierproduktion.- Berlin : D.L.V-600p. Science, 41:193-200.

UZU G., 1989. Some aspect of feeding laying hens in hot climate (245-256) In: Poultry Science Developpements.- Le Caire: Ed.M.LARBIER.

VAN EEKEREN N., MAAS A., SAATKAMP H.W., VERSCHUUR M., 2006. L'élevage des poules à petite échelle.- Wageningen: fondation Agromisa et CTA.-97p.

Watson B.C., Mattheews, J.O., Southern L.L., Shelton J.L., 2006. The effects of phytase on growth performance and intestinal transit time of broilers fed nutritionally adequate diets and diets deficient in calcium and phosphorus. Poultry Science, 85: 493-497.

Zanini S.F., Sazzad M.H., 1999. Effects of microbial phytase on growth and mineral utilization in broilers fed on maize soybean-based diets. British Poultry Science., 40:3 48-352.

WEBOGRAPHIE.

CHANCY M., 2005. Identification de créneaux potentiels dans les filières rurales Haïtiennes. (HAT1008/ATN-FC-9052). Filière avicole intensive - poulets de chair. <En ligne> Accès Internet :http://www.google.fr/#hl=fr&q=Identification+de+creneaux+potentiels+dans+les+fili%C3%A8res+rurales+haitiennes.+%28HA-T1008%2FATN-FC9052%29.+filiere+avicole+intensive+%E2%80%93+poulets+de+chair&aq=f&aqi=&aql=&oggs_rfai=&fp=f5eb1d19a2b9d1bd. (Page consultée le 13/06/2014).

Conseil national de recherches du Canada., 1994. <http://www.nrc-cnrc.gc.ca/>(Page consultée le 13/06/2014)

MENDOZA PARRA M. A., 2002. Les phytases : Structure, Caractérisation et Applications. <En ligne >accès internet : <http://www.123bio.net/revues/phytases/index.html> (Page consultée le 21/05/2014)

ANNEXES

ANNEXE IV

Les équipements utilisés



Abreuvoirs



Mangeoires



Radiant



Balance

ANNEXES V
LA VALEUR NUTRITIONNELLE DE RATION DEMMARRAGE SANS PHYTASE.

Code	Nutriments	Unité	Min.	Valeur	Max.
00001	poids	%	100.000	100.000	100.000
00002	cellulosebrute	%	3.000	4.413	5.000
00003	CENDRES	%	4.000	2.990	6.000
00004	PROTEINE	%	21.000	21.010	21.000
00005	MATIERE	%	4.000	3.808	6.000
00006	MATIERE	%	87.000	86.214	88.000
000090	vitamineD	UI/KG		1700.016	
00011	SUCRES	%		4.279	
00012	AMIDON	%		37.743	
00013	BIOTINE	%			
00017	ENERGIE	KCAL/	2976.000	2835.071	2980.000
00021	LYSINE	%	1.200	1.151	1.210
00022	MET+CYSTIN	%	0.890	0.680	0.900
00023	METHIONINE	%	0.490	0.502	0.500
00024	THREONINE	%	0.790	0.833	0.800
00025	LEUCINE	%		1.759	
00026	ARGININE	%	1.420	1.370	1.440
00027	TRYPTOPHA	%	0.190	0.245	0.200
00028	ISOLEUCINE	%		0.946	
00028b	isoleucine	%			
00029	VALINE	%		1.025	
00029b	valineAAA	%			
00038	PHOSPHOR	19.5	0.550	0.736	0.560
00039	PHOSPHOR	%	0.450	0.450	0.460
00040	CALCIUM	%	0.900	0.972	0.910
00041	CHLORE	%	0.200	0.231	0.210
00042	SODIUM	%	0.200	0.153	0.210
00043	POTASSIUM	%	0.650	0.881	0.660
00044	MAGNESIUM	%		0.183	
00045	SOUFRE	%		0.231	
00046	DEB	ME/KG	200.000	221.953	200.000
00051	ACIDE	%		1.283	
00052	ACIDE	%		0.169	
00053	ACIDE	%		1.567	
00054	ACIDE	%		0.103	
00056	PIGMENT	MG/KG			
00058	ACIDE	%	1.240	1.507	1.260
00071	LYSAAA	%	1.040	0.957	1.050
00072	MET+CYSTIN	%	0.430	0.542	0.440
00073	METHIONINE	%	0.430	0.265	0.440
00074	THREONINE	%		0.668	
00075	LEUCINE	%		1.529	
00077	TRYPTOPHA	%		0.214	
00078	VITAMINEA	UI/KG	12000.00	8500.079	
00079	VITAMINEE	MG/KG	3000.000	13.500	
00080	VITAMINEK	MG/KG	4000.000	2.000	
00081	VIT.B1	MG/KG	4000.000	1.000	
00082	VIT.B2	MG/KG	9000.000	4.500	
00083	VIT.B6	MG/KG	4000.000	1.500	
00084	VIT.B12	ugr/kg	20.000	0.006	

00085	NIACINE	MG/KG			
00086	Acide	MG/KG	15.000	6.000	
00087	ACIDE	MG/KG	1.500	0.400	
00088	BIOTINE	MG/KG	0.150	0.015	
00089	CHOLINE	MG/KG	400.000	350.003	
00090	Acide	MG/KG	60.000		
00091	Pantothenate	MG/KG			
00092	VITAMINEC	MG/KG			
00099	Energie	KCAL/		2729.831	
00121	Cuivre	MG/KG	20.000	30.475	
00122	Selenium	MG/KG	0.300	0.250	
00124	Fer	MG/KG	40.000	36.000	
00125	Cobalt	MG/KG		0.400	
00126	Zinc	MG/KG	100.000	75.001	
00127	Iode	MG/KG	1.000	1.200	
00128	Manganese	MG/KG	120.000		
00155	Xanthophylle	MG/KG			
00216	HUMIDITE	%	12.000	10.588	13.000
00229	OMEGA6	G/KG		4.022	
00251	BHT	MG/KG			
00901	PHYTASE	FTU/KG			

ANNEXES VI
LA VALEUR NUTRITIONNELLE DE RATION DEMMARRAGE AVEC PHYTASE.

Code	Nutriments	Unité	Min.	Valeur	Max.
00001	poids	%	100.000	100.000	100.000
00002	cellulosebrute	%	3.000	4.622	5.000
00003	CENDRES	%	4.000	3.009	6.000
00004	PROTEINE	%	21.000	21.000	21.000
00005	MATIERE	%	4.000	3.375	6.000
00006	MATIERE	%	87.000	86.692	88.000
000090	vitamineD	UI/KG		1699.704	
00011	SUCRES	%		4.347	
00012	AMIDON	%		37.833	
00013	BIOTINE	%			
00017	ENERGIE	KCAL/	2976.000	2835.599	2980.000
00021	LYSINE	%	1.200	1.138	1.210
00022	MET+CYSTIN	%	0.890	0.684	0.900
00023	METHIONINE	%	0.490	0.501	0.500
00024	THREONINE	%	0.790	0.832	0.800
00025	LEUCINE	%		1.727	
00026	ARGININE	%	1.420	1.355	1.440
00027	TRYPTOPHA	%	0.190	0.242	0.200
00028	ISOLEUCINE	%		0.927	
00028b	isoleucine	%			
00029	VALINE	%		1.011	
00029b	valineAAA	%			
00038	PHOSPHOR	19.5	0.550	0.828	0.560
00039	PHOSPHOR	%	0.450	0.450	0.460
00040	CALCIUM	%	0.900	0.909	0.910
00041	CHLORE	%	0.200	0.233	0.210
00042	SODIUM	%	0.200	0.153	0.210
00043	POTASSIUM	%	0.650	0.886	0.660
00044	MAGNESIUM	%		0.190	
00045	SOUFRE	%		0.229	
00046	DEB	ME/KG	200.000	226.020	200.000
00051	ACIDE	%		1.040	
00052	ACIDE	%		0.143	
00053	ACIDE	%		1.351	
00054	ACIDE	%		0.107	
00056	PIGMENT	MG/KG			
00058	ACIDE	%	1.240	1.551	1.260
00071	LYSAAA	%	1.040	0.933	1.050
00072	MET+CYSTIN	%	0.430	0.541	0.440
00073	METHIONINE	%	0.430	0.262	0.440
00074	THREONINE	%		0.653	
00075	LEUCINE	%		1.496	
00077	TRYPTOPHA	%		0.211	
00078	VITAMINEA	UI/KG	12000.00	8498.521	
00079	VITAMINEE	MG/KG	3000.000	13.498	
00080	VITAMINEK	MG/KG	4000.000	2.000	
00081	VIT.B1	MG/KG	4000.000	1.000	
00082	VIT.B2	MG/KG	9000.000	4.499	
00083	VIT.B6	MG/KG	4000.000	1.500	

00084	VIT.B12	ugr/kg	20.000	0.006	
00085	NIACINE	MG/KG			
00086	Acide	MG/KG	15.000	5.999	
00087	ACIDE	MG/KG	1.500	0.400	
00088	BIOTINE	MG/KG	0.150	0.015	
00089	CHOLINE	MG/KG	400.000	349.939	
00090	Acide	MG/KG	60.000		
00091	Pantothenate	MG/KG			
00092	VITAMINEC	MG/KG			
00099	Energie	KCAL/		2732.669	
00121	Cuivre	MG/KG	20.000	30.104	
00122	Selenium	MG/KG	0.300	0.250	
00124	Fer	MG/KG	40.000	35.994	
00125	Cobalt	MG/KG		0.400	
00126	Zinc	MG/KG	100.000	74.987	
00127	Iode	MG/KG	1.000	1.200	
00128	Manganese	MG/KG	120.000		
00155	Xanthophylle	MG/KG			
00216	HUMIDITE	%	12.000	10.152	13.000
00229	OMEGA6	G/KG		3.811	
00251	BHT	MG/KG			
00901	PHYTASE	FTU/KG		483.643	

ANNEXES VII
LA VALEUR NUTRITIONNELLE DE LA RATION CROISSANCE SANS PHYTASE.

Code	Nutriments	Unité	Min.	Valeur	Max.
00003	CENDRES	%	4.000	2.647	6.000
00006	MATIERE	%	87.000	86.575	88.000
00017	ENERGIE	KCAL/	3035.000	2950.145	3200.000
00021	LYSINE	%	1.200	1.004	
00022	MET+CYSTIN	%	0.940	0.625	
00023	METHIONINE	%	0.520	0.475	
00024	THREONINE	%	0.820	0.745	
00026	ARGININE	%	1.290	1.207	
00042	SODIUM	%	0.170	0.154	
00046	DEB	ME/KG	200.000	194.400	
00071	LYSAAA	%	0.960	0.828	
00072	MET+CYSTIN	%	0.750	0.496	
00073	METHIONINE	%	0.410	0.244	
00078	VITAMINEA	UI/KG	10000.00	8500.124	
00079	VITAMINEE	MG/KG	3000.000	13.500	
00080	VITAMINEK	MG/KG	300.000	2.000	
00081	VIT.B1	MG/KG	2000.000	1.000	
00082	VIT.B2	MG/KG	8000.000	4.500	
00083	VIT.B6	MG/KG	4000.000	1.500	
00084	VIT.B12	ugr/kgr	15.000	0.006	
00086	Acide	MG/KG	12.000	6.000	
00087	ACIDE	MG/KG	1.000	0.400	
00088	BIOTINE	MG/KG	120.000	0.015	
00090	Acide	MG/KG	50.000		
00122	Selenium	MG/KG	0.300	0.250	
00124	Fer	MG/KG	40.000	36.001	
00126	Zinc	MG/KG	100.000	75.001	
00128	Manganese	MG/KG	120.000		
00216	HUMIDITE	%	12.000	10.723	13.000
00001	poids	%	100.000	100.000	100.000
00002	cellulosebrute	%	2.000	4.391	5.000
00004	PROTEINE	%	19.000	19.029	20.000
00005	MATIERE	%	4.000	4.436	6.000
000090	vitamineD	UI/KG		1700.025	
00011	SUCRES	%		3.632	
00012	AMIDON	%		41.551	
00013	BIOTINE	%			
00052	ACIDEUCINE	%	0.197	1.628	
00027	TRYPTOPHA	%	0.200	0.216	
00028	ISOLEUCINE	%		0.842	
00028b	isoleucine	%			
00029	VALINE	%		0.922	
00029b	valineAAA	%			
00038	PHOSPHOR	%	0.520	0.661	
00039	PHOSPHOR	%	0.400	0.407	
00040	CALCIUM	%	0.900	0.905	
00041	CHLORE	%	0.200	0.230	
00043	POTASSIUM	%	0.650	0.777	
00044	MAGNESIUM	%		0.167	
00045	SOUFRE	%		0.214	
00051	ACIDE	%		1.584	

ANNEXES VIII
LA VALEUR NUTRITIONNELLE DE RATION CROISSANCE AVEC PHYTASE

Code	Nutriments	Unité	Min.	Valeur	Max.
00001	poids	%	100.000	100.000	100.000
00002	cellulosebrute	%	2.000	4.548	5.000
00003	CENDRES	%	4.000	2.668	6.000
00004	PROTEINE	%	19.000	19.025	20.000
00005	MATIERE	%	4.000	4.396	6.000
00006	MATIERE	%	87.000	86.802	88.000
000090	vitamineD	UI/KG		1700.086	
00011	SUCRES	%		3.715	
00012	AMIDON	%		40.928	
00013	BIOTINE	%			
00017	ENERGIE	KCAL/	3035.000	2950.808	3200.000
00021	LYSINE	%	1.200	0.997	
00022	MET+CYSTIN	%	0.940	0.628	
00023	METHIONINE	%	0.520	0.474	
00024	THREONINE	%	0.820	0.745	
00025	LEUCINE	%		1.593	
00026	ARGININE	%	1.290	1.195	
00027	TRYPTOPHA	%	0.200	0.214	
00028	ISOLEUCINE	%		0.824	
00028b	isoleucine	%			
00029	VALINE	%		0.908	
00029b	valineAAA	%			
00038	PHOSPHOR	%	0.520	0.739	
00039	PHOSPHOR	%	0.400	0.401	
00040	CALCIUM	%	0.900	0.903	
00041	CHLORE	%	0.200	0.231	
00042	SODIUM	%	0.170	0.154	
00043	POTASSIUM	%	0.650	0.783	
00044	MAGNESIUM	%		0.173	
00045	SOUFRE	%		0.211	
00046	DEB	ME/KG	200.000	198.661	
00051	ACIDE	%		1.534	
00052	ACIDE	%		0.191	
00053	ACIDE	%		1.784	
00054	ACIDE	%		0.101	
00056	PIGMENT	MG/KG			
00058	ACIDE	%	1.250	1.562	
00071	LYSAAA	%	0.960	0.808	
00072	MET+CYSTIN	%	0.750	0.494	
00073	METHIONINE	%	0.410	0.240	
00074	THREONINE	%		0.578	
00075	LEUCINE	%		1.382	
00077	TRYPTOPHA	%		0.186	
00078	VITAMINEA	UI/KG	10000.00	8500.428	
00079	VITAMINEE	MG/KG	3000.000	13.501	
00080	VITAMINEK	MG/KG	300.000	2.000	
00081	VIT.B1	MG/KG	2000.000	1.000	
00082	VIT.B2	MG/KG	8000.000	4.500	
00083	VIT.B6	MG/KG	4000.000	1.500	

00084	VIT.B12	ugr/kgr	15.000	0.006	
00085	NIACINE	MG/KG			
00086	Acide	MG/KG	12.000	6.000	
00087	ACIDE	MG/KG	1.000	0.400	
00088	BIOTINE	MG/KG	120.000	0.015	
00089	CHOLINE	MG/KG	350.000	350.018	
00090	Acide	MG/KG	50.000		
00091	Pantothenate	MG/KG			
00092	VITAMINEC	MG/KG			
00099	Energie	KCAL/		2768.330	
00121	Cuivre	MG/KG	20.000	29.392	
00122	Selenium	MG/KG	0.300	0.250	
00124	Fer	MG/KG	40.000	36.002	
00125	Cobalt	MG/KG		0.400	
00126	Zinc	MG/KG	100.000	75.004	
00127	Iode	MG/KG	1.000	1.200	
00128	Manganese	MG/KG	120.000		
00155	Xanthophylle	MG/KG			
00216	HUMIDITE	%	12.000	10.207	13.000
00229	OMEGA6	G/KG		3.241	
00251	BHT	MG/KG			
00901	PHYTASE	FTU/KG		503.040	
01	Ca/P				
02	Energie				
242	Extactifnon	%			

ANNEXES VIII
LA VALEUR NUTRITIONNELLE DE RATION FINITION SANS PHYTASE.

Code	Nutriments	Unité	Min.	Valeur	Max.
00001	poids	%	100.000	100.000	
00002	cellulosebrute	%	2.000	4.336	6.000
00003	CENDRES	%	4.000	2.331	6.000
00004	PROTEINE	%	17.000	17.005	17.500
00005	MATIERE	%	4.000	6.097	7.000
00006	MATIERE	%	87.000	86.679	88.000
000090	vitamineD	UI/KG		1600.012	
00011	SUCRES	%		3.080	
00012	AMIDON	%		43.438	
00013	BIOTINE	%			
00017	ENERGIE	KCAL/	3000.000	3050.042	3050.000
00021	LYSINE	%	1.100	0.862	
00022	MET+CYSTIN	%	0.900	0.568	
00023	METHIONINE	%	0.490	0.368	
00024	THREONINE	%	0.750	0.655	
00025	LEUCINE	%		1.480	
00026	ARGININE	%	1.170	1.051	
00027	TRYPTOPHA	%	0.190	0.188	
00028	ISOLEUCINE	%		0.737	
00028b	isoleucine	%			
00029	VALINE	%		0.817	
00029b	valineAAA	%			
00038	PHOSPHOR	%	0.450	0.663	
00039	PHOSPHOR	%	0.400	0.402	0.410
00040	CALCIUM	%	0.840	0.846	0.850
00041	CHLORE	%	0.200	0.030	
00042	SODIUM	%	0.160	0.163	
00043	POTASSIUM	%	0.650	0.682	
00044	MAGNESIUM	%		0.148	
00045	SOUFRE	%		0.195	
00046	DEB	ME/KG	200.000	170.280	
00051	ACIDE	%		2.373	
00052	ACIDE	%		0.274	
00053	ACIDE	%		2.507	
00054	ACIDE	%	1.250	0.095	
00056	PIGMENT	MG/KG			
00058	ACIDE	%		1.543	
00071	LYSAAA	%	0.870	0.702	
00072	MET+CYSTIN	%	0.710	0.449	
00073	METHIONINE	%	0.390	0.221	
00074	THREONINE	%		0.515	
00075	LEUCINE	%		1.289	
00077	TRYPTOPHA	%		0.165	
00078	VITAMINEA	UI/KG	9000.000	8000.061	
00079	VITAMINEE	MG/KG	3000.000	6.000	
00080	VITAMINEK	MG/KG	300.000	0.800	
00081	VIT.B1	MG/KG	2.000	1.000	
00082	VIT.B2	MG/KG	8.000	3.000	
00083	VIT.B6	MG/KG	3.000	1.500	
00084	VIT.B12	ugr/kgr	15.000	6.000	
00085	NIACINE	MG/KG			

00086	Acide	MG/KG	12.000		
00087	ACIDE	MG/KG	1.000	0.200	
00088	BIOTINE	MG/KG	120.000		
00089	CHOLINE	MG/KG	300.000	280.002	
00090	Acide	MG/KG	50.000		
00091	Pantothenate	MG/KG			
00092	VITAMINEC	MG/KG			
00099	Energie	KCAL/		2782.029	
00121	Cuivre	MG/KG	20.000	11.402	
00122	Selenium	MG/KG	0.300	0.250	
00124	Fer	MG/KG	40.000	50.000	
00125	Cobalt	MG/KG		0.150	
00126	Zinc	MG/KG	100.000	65.000	
00127	Iode	MG/KG	1.000	0.800	
00128	Manganese	MG/KG	120.000	65.000	
00155	Xanthophylle	MG/KG			
00216	HUMIDITE	%	12.000	10.444	13.000
00229	OMEGA6	G/KG		2.821	
00251	BHT	MG/KG			
00901	PHYTASE	FTU/KG			
01	Ca/P				
02	Energie				
242	Extactifnon	%			

ANNEXES VIII
LA VALEUR NUTRITIONNELLE DE RATION FINITION AVEC PHYTASE.

Code	Nutriments	Unité	Min.	Valeur	Max.
00001	poids	%	100.000	100.000	
00002	cellulosebrute	%	2.000	4.502	6.000
00003	CENDRES	%	4.000	2.333	6.000
00004	PROTEINE	%	17.000	17.019	17.500
00005	MATIERE	%	4.000	5.334	7.000
00006	MATIERE	%	87.000	86.951	88.000
000090	vitamineD	UI/KG		1600.021	
00011	SUCRES	%		3.103	
00012	AMIDON	%		43.887	
00013	BIOTINE	%			
00017	ENERGIE	KCAL/	3000.000	3050.395	3050.000
00021	LYSINE	%	1.100	0.852	
00022	MET+CYSTIN	%	0.900	0.571	
00023	METHIONINE	%	0.490	0.367	
00024	THREONINE	%	0.750	0.656	
00025	LEUCINE	%		1.454	
00026	ARGININE	%	1.170	1.035	
00027	TRYPTOPHA	%	0.190	0.185	
00028	ISOLEUCINE	%		0.720	
00028b	isoleucine	%			
00029	VALINE	%		0.804	
00029b	valineAAA	%			
00038	PHOSPHOR	%	0.450	0.722	
00039	PHOSPHOR	%	0.400	0.408	0.410
00040	CALCIUM	%	0.840	0.843	0.850
00041	CHLORE	%	0.200	0.031	
00042	SODIUM	%	0.160	0.163	
00043	POTASSIUM	%	0.650	0.682	
00044	MAGNESIUM	%		0.152	
00045	SOUFRE	%		0.193	
00046	DEB	ME/KG	200.000	172.232	
00051	ACIDE	%		1.982	
00052	ACIDE	%		0.234	
00053	ACIDE	%		2.176	
00054	ACIDE	%	1.250	0.095	
00056	PIGMENT	MG/KG			
00058	ACIDE	%		1.577	
00071	LYSAAA	%	0.870	0.680	
00072	MET+CYSTIN	%	0.710	0.447	
00073	METHIONINE	%	0.390	0.218	
00074	THREONINE	%		0.501	
00075	LEUCINE	%		1.263	
00077	TRYPTOPHA	%		0.161	
00078	VITAMINEA	UI/KG	9000.000	8000.106	
00079	VITAMINEE	MG/KG	3000.000	6.000	
00080	VITAMINEK	MG/KG	300.000	0.800	
00081	VIT.B1	MG/KG	2.000	1.000	
00082	VIT.B2	MG/KG	8.000	3.000	
00083	VIT.B6	MG/KG	3.000	1.500	

00084	VIT.B12	ugr/kg	15.000	6.000	
00085	NIACINE	MG/KG			
00086	Acide	MG/KG	12.000		
00087	ACIDE	MG/KG	1.000	0.200	
00088	BIOTINE	MG/KG	120.000		
00089	CHOLINE	MG/KG	300.000	280.004	
00090	Acide	MG/KG	50.000		
00091	Pantothenate	MG/KG			
00092	VITAMINEC	MG/KG			
00099	Energie	KCAL/		2798.315	
00121	Cuivre	MG/KG	20.000	11.116	
00122	Selenium	MG/KG	0.300	0.250	
00124	Fer	MG/KG	40.000	50.001	
00125	Cobalt	MG/KG		0.150	
00126	Zinc	MG/KG	100.000	65.001	
00127	Iode	MG/KG	1.000	0.800	
00128	Manganese	MG/KG	120.000	65.001	
00155	Xanthophylle	MG/KG			
00216	HUMIDITE	%	12.000	10.170	13.000
00229	OMEGA6	G/KG		2.643	
00251	BHT	MG/KG			
00901	PHYTASE	FTU/KG		518.330	

TABLE DES MATIERES

Introduction.....	1
Première partie : étude bibliographique	
CHAPITRE I : DIGESTION ET BESOINS ALIMENTAIRES DES POULETS DE CHAIR	3
I-1- Généralités.....	3
I-2- Digestion chez les volailles.....	3
I-3- Besoins des poulets de chair.....	5
I-3-1- Besoins en eau.....	5
I-3-2- Besoins en énergie.....	6
I-3-3- Besoins en protéines.....	9
I-3-4- Besoins en minéraux.....	14
I-3-5- Besoins en vitamines.....	16
I-3-6- Besoins en cellulose.....	17
CHAPITRE II : LE PHYTATE; UN FACTEUR ANTI-NUTRITIONNEL.....	18
II-1- Les facteurs anti nutritionnels	18
a- Définition.....	18
b- Classification.....	19
II-2 Les phytates.....	21
II-2-1 Définition.....	21
II-2-2 Propriétés des Phytates.....	21
a- Structure et caractéristiques chimiques.....	21
b- Solubilité des Phytates.....	22
c- Interactions Phytates – Minérales.....	22
II-2-3 La Disponibilité du phosphore phytique chez les volailles.....	23

II-2-4 Présence des Phytates dans les semences végétales.....	23
II-2-5 Effets antinutritionnels des phytates.....	24
a- Effet de l'acide phytique sur la digestibilité des minéraux.....	24
b- Effet de l'acide phytique sur la digestibilité des acides aminés et de l'énergie.....	24
c- Effets des phytates sur l'environnement.....	25
Chapitre III : La Phytase un additif alimentaire.....	26
III-1 Les phytases.....	26
III-1-1 Définition.....	26
III-1-2 Types de phytase.....	26
a- Phytases endogènes des monogastriques.....	26
b- Phytases végétales	27
c- Phytases microbiennes.....	28
III-1-3 L'activité phytasique.....	29
III-1-3-1 Définition	29
III-1-3-2 Calculs de l'activité phytasique (unité Phytase)	29
III-1-3-3 Facteurs influant l'efficacité phytasique	30
a- Niveau du phosphore alimentaire.....	30
b- Niveaux du calcium alimentaire et ratio Ca : P.....	30
✓ L'humidité.....	30
✓ Ph.....	30
✓ Chaleur.....	31
III-1-4 Emplacement et mécanisme d'activité phytasique.....	31
III-2 Effet de la supplémentation en Phytase sur l'utilisation des nutriments.....	31
a- Impact de la Phytase sur de la digestibilité du phosphore.....	31
b- Impact de la Phytase sur l'utilisation des autres minéraux.....	32
c- Impact de la Phytase exogène sur les protéines/biodisponibilité des AA.....	32
d- Impact de la Phytase exogène sur la biodisponibilité énergétique alimentaire.....	32
III-3 Effets de l'ajout de la Phytase sur les rejets de phosphore et des autres nutriments.....	33
III-4 Effet de Phytase sur performance.....	33
Deuxièmes partie : étude expérimentale	
CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES.....	34

I. Objectif scientifique.....	34
II. Lieu et période d'étude.....	34
III. Matériels.....	34
III-1 Bâtiment et équipements.....	34
III-1-1 Bâtiment.....	34
III-1-2 Equipements.....	35
III-1-3 Condition d'ambiance.....	35
III-2 Cheptel expérimental.....	36
III-3 Alimentation et composition de la ration.....	36
III-4 Phytase.....	38
IV Méthodes.....	38
IV-1 Conduite de l'élevage.....	38
IV-1-1 Préparation du bâtiment.....	38
IV-1-2 Arrivée des poussins.....	39
IV-1-3 Préparation des lots.....	40
IV-1-4 Programme de prophylaxie.....	41
IV-1-5 Travaux quotidiens.....	42
IV-1-6 Eclairage du bâtiment.....	42
IV-2 Paramètres zootechniques.....	43
IV-2-1 Consommation alimentaire.....	43
IV-2-2 Poids vif des animaux.....	43
IV-2-3 Mortalité.....	43
IV-2-4 Poids de la carcasse.....	43
IV-2-5 Détermination des variables zootechniques.....	44
a- Consommation alimentaire individuelle.....	44
b- Gain moyen quotidien (GMQ)	44
c- Indice de consommation (IC)	44
d-Rendement carcasse (RC)	45
e- Taux de mortalité (TM)	45
IV-2-6 Analyse statistique.....	45
CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSION.....	46
II-1 RESULTATS.....	46
II-1-1 Performances Zootechniques.....	46

II-1-1-1 Poids vif moyen.....	46
II-1-1-2 Gain moyen quotidien.....	47
II-1-1-3 Poids carcasse et rendement de carcasse.....	48
II-1-1-4 Consommation alimentaire et Indice de consommation.....	49
II-1-1-4-1 Consommation alimentaire individuelle.....	49
II-1-1-4-2 Indice de consommation.....	50
II-1-1-5 Mortalité et taux de déclassement.....	51
II-1-1-5-1 Mortalité.....	51
II-1-1-5-2 Taux de déclassement.....	52
II-1-2 Etude économique.....	53
II-2 DISCUSSION.....	55
II-2-1 Effet des phytases sur le poids vif.....	55
II-2-2 Effet des phytases sur le GMQ.....	55
II-2-3 Effet des phytases sur les caractéristiques de la carcasse.....	55
II-2-4 Effet des phytases sur la consommation alimentaire.....	56
II-2-5 Effet des phytases sur l'indice de consommation.....	56
II-2-6 Effet des phytases sur la mortalité.....	56
II-2-7 Effet des phytases sur l'état sanitaire des poulets.....	56
II-2-8 Analyse économique de l'effet de supplémentation des phytases sur la productivité	57

CONCLUSION

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE