

## INTERACTIONS ENTRE LES APPORTS RELATIFS DE CALCIUM ET DE PHOSPHORE ET LA CROISSANCE DU POULET DE CHAIR

Magnin Michel<sup>1</sup>, Jeanmichel Pascal<sup>1</sup>, Mahieu Anne<sup>1</sup>

<sup>1</sup>BASF Nutrition Animale Z.I. de Bellitourne Azé 37200 CHATEAU GONTIER

### RÉSUMÉ

Une étude de l'effet du rapport calcium (Ca) / phosphore (P) dans l'alimentation du poulet de chair a été réalisée à partir de trois essais soit 15 traitements différents. Chaque traitement portait sur 8 répétitions de 100 poulets de souche ROSS PM3 élevés en sex ratio 50 : 50 de 1 à 40 jours. Les teneurs ont varié pour Ca de 5.7 à 10.2 g/kg et 4.3 à 10.1 g/kg, et pour P de 4.4 à 6.3 g/kg et 3.7 à 5.6 g/kg, respectivement en démarrage (1 à 21 jours) et en finition (22 à 40 jours). 500 FTU/kg de 3-phytase d'*Aspergillus niger* ont été ajoutées à certains régimes. Les contrôles ont porté sur le gain de poids, la consommation d'aliment et, dans l'essai 3, l'analyse du taux de cendres des tibias.

La réponse des poulets est différente selon la période étudiée. Un apport plus élevé de calcium en période de démarrage est moins pénalisant sur la consommation d'aliment et la croissance qu'en période de finition. L'augmentation de l'apport en phosphore en démarrage permet d'augmenter consommation et croissance, alors que la réponse est nulle après 21 jours. Le rapport Ca/P est le critère le plus sensible sur les deux périodes d'observation ; l'augmentation de ce ratio peut dégrader considérablement la consommation et la croissance, en particulier lorsque la phytase microbienne est utilisée et en période de finition.

Ces résultats et l'étude des travaux récemment publiés confirment l'importance du ratio Ca/P comme guide de formulation de ces nutriments chez le poulet de chair.

### ABSTRACT

The effects of the calcium (Ca) / phosphorus (P) ratio in broiler diets was investigated through three trials and 15 different feeding treatments. Each treatment included 8 replicates of 100 ROSS PM3 broilers (sex ratio 50:50) reared from 1 to 40 days. Feed mineral contents varied from 5.7 to 10.2 g/kg and from 4.3 to 10.1 g/kg for Ca, from 4.4 and 6.3 g/kg, and from 3.7 to 5.6 g/kg for P, respectively in starter diets (1 to 21 days) and finisher diets (22 to 40 days). 500 FTU/kg of 3-phytase from *Aspergillus niger* were added to some diets. Feed intake, weight gain and, in the third trial, tibia ashes content were measured.

Results differed according to the period. A higher Ca content in starter diet influence less negatively feed intake and growth than in finisher diet. Increasing P content in starter diet increase feed intake and growth rate, but no response was observed after 21 days. The Ca/P ratio was the most important criteria for the two periods ; a high Ca / P ratio can decrease dramatically feed intake and growth, especially when phytase is added and during the finishing period.

These results and recent published data confirm the importance of the Ca/P ratio as a major tool of formulation for broiler diets.

## INTRODUCTION

Face à la pression environnementale que représentent les rejets de phosphore non fixé dans les carcasses (Lescoat et al., 2005 ; CORPEN, 2006) et plus récemment en raison de la forte hausse du prix des sources de phosphore minéral, l'utilisation de phytases microbiennes dans l'alimentation des volailles et en particulier des poulets de chair s'est fortement développée. Dans leur synthèse, Selle et Ravindran (2007) rapportent que certains auteurs recommandent une baisse des apports en calcium et surtout du rapport Ca/P afin d'optimiser les performances des poulets lorsqu'une phytase microbienne est ajoutée à l'aliment.

Indépendamment de l'apport d'une phytase microbienne, les résultats de la méta-analyse de Létourneau-Montminy et al. (2007) et les travaux de Létourneau-Montminy et al. (2009) montrent l'importance du rapport Ca / phosphore non phytique (NPP) sur les performances de croissance et sur la minéralisation osseuse du poulet de chair entre 1 et 21 jours.

De même Driver et al. (2005) et Rama Rao et al. (2006) ont étudié les effets de la variation des apports en Ca et P ou NPP chez des poulets de 1 à 16 jours, et de 1 à 42 jours respectivement. Leurs travaux mettent bien en évidence que l'effet du rapport de ces deux éléments a plus d'incidence notamment sur la qualité et la résistance osseuses que le niveau intrinsèque de chacun des deux minéraux. Roberson (2004) conclut qu'un ratio de Ca/P élevé (1.7) est mieux toléré en période de démarrage et si l'apport de phosphore est suffisamment élevé.

De manière similaire et toujours notamment en présence de phytase microbienne, le rapport Ca/P ne doit pas être trop faible au risque de voir augmenter la quantité de phosphore soluble excrété par les oiseaux (Manangi et Coon, 2008).

Angel (2008) observe qu'il existe certainement des approches différentes entre souches de poulets et qu'il faudrait préciser leurs besoins en terme d'apports et de ratio Ca / P.

La présente étude s'est intéressée à cet effet du rapport Ca/P sur les performances du poulet de chair Ross dans un contexte d'utilisation ou non de 3-phytase microbienne.

## 1. MATERIELS ET METHODES

### 1.1. Animaux et dispositifs expérimentaux

Trois essais ont été réalisés dans les bâtiments dits biométriques du Centre d'Innovation et de Recherche de la société PRIMEX à Languidic (France, 56). Ils sont désignés respectivement Essai

1, Essai 2 et Essai 3. Chaque traitement expérimental a porté sur 8 cases ou répétitions de 100 à 102 (quand des oiseaux ont été sacrifiés en cours d'essai pour une étude de minéralisation osseuse). Les poussins étaient de souche ROSS et un sexe ratio de 50:50 a été appliqué.

### 1.2. Aliments

Les poulets ont reçu le même programme alimentaire dans les trois essais : un aliment démarrage sous forme de miettes entre 1 et 21 jours d'âge (soit environ 1 kg par tête), et un aliment finition granulés de 22 à 40 jours. L'eau était en accès libre.

Les aliments ont été formulés, outre le prémix, à base de blé, maïs, graines de colza, tourteaux de soja et de tournesol, phosphate bicalcique et carbonate de calcium. Les compositions des différents aliments en protéines, calcium, phosphore et phosphore non phytique sont données au Tableau 1. Au total 15 régimes expérimentaux ont été testés (6 dans l'essai 1 ; 3 dans l'essai 2 ; 6 dans l'essai 3). Les teneurs des différents aliments ont été recalculés d'après une table unique. Elles ont varié de 5.7 à 10.2 g/kg et 4.3 à 10.1 g/kg pour le calcium, de 4.4 à 6.3 g/kg et 3.7 à 5.6 g/kg pour le phosphore total, de 2.9 à 4.8 et 2.2 à 4.1 g/kg pour le NPP, respectivement en démarrage et en finition. Certains traitements (Tableau 1) ont reçu 500 FTU/kg de 3-phytase d'*Aspergillus niger* (Natuphos® 5000G ; BASF SE). Les 500 FTU ont été valorisés comme équivalents à 1 g de NPP pour tous les aliments.

Les analyses chimiques et enzymatiques ont été globalement conformes aux valeurs attendues pour tous les aliments.

### 1.3. Mesures

L'ensemble des poulets de chaque case a été pesé à 21 jours et en fin d'essai (40 jours). Pour chacune des deux périodes (démarrage et finition) la quantité d'aliments consommée a été relevée par case et un indice de consommation calculé.

Dans l'essai 3, les teneurs en matière sèche (MS) et en matières minérales (MMT) des tibias droits ont été déterminées sur 12 animaux par traitement à 21 et 40 jours d'âge.

Le nombre d'individus morts a été relevé pour chaque traitement. Globalement le taux de mortalité est resté faible dans les trois essais (essai 1 = 1.8 à 3% ; essai 2 = 1.5 à 2.6% ; essai 3 = 3.3 à 4.5%) et indépendant des traitements alimentaires.

### 1.3. Analyses statistiques

Les données zootechniques et les données de minéralisation osseuse ont été traitées par analyse

de variance à l'aide du logiciel Statgraphics et du test LSD à  $\alpha = 5\%$ .

## 2. RESULTATS ET DISCUSSION

### 2.1. Résultats individuels de chaque essai

Les résultats des trois essais sont présentés dans le Tableau 2.

Dans l'essai 1, le traitement T1 a été formulé comme un témoin négatif avec un apport faible en NPP (2.9 g/kg et Ca/NPP de 2.5 en démarrage, 2.2 g/kg et Ca/NPP de 2.8 en finition) ; T2 et T3 ont un apport plus standard (environ 3.7 en démarrage, 3.1 g/kg en finition, Ca/NPP environ de 2) du fait d'un apport soit de phosphate bicalcique soit de phytase microbienne ce qui améliore significativement la consommation d'aliment et la croissance pendant la période de démarrage, ainsi que l'IC pour T2. Pendant la période de finition les consommations d'aliment sont identiques, le GMQ est amélioré significativement pour T2, et tend à l'être pour T3, de même que l'IC. Les traitements T5 et T6 ont les mêmes niveaux de NPP que T2 et T3 mais avec un apport plus élevé en calcium et des rapports Ca/NPP proches de 3. Les consommations d'aliment et les GMQ sont significativement inférieures aux valeurs du témoin T1, sur les deux périodes (différence non significative pour le GMQ de T6 en démarrage). Le traitement T5, contenant de la phytase, présente même des performances significativement inférieures à celles de T6. En revanche le GMQ de T4 qui contient de la phytase et a la même teneur en Ca que T3, est significativement amélioré sur la période démarrage par rapport à T3, mais pas pendant la période de finition.

Dans l'essai 2, les 3 traitements ont le même apport en NPP, T3 contenant de la phytase valorisée à 1 g, mais si la teneur en Ca est standard pour T1, elle est abaissée pour T2 et T3 afin d'atteindre un rapport Ca / P de 1.0 (Ca / NPP autour de 1.6). Seul l'IC 1-21 j diffère significativement entre les régimes, celui de T2 étant le plus élevé. Il semble que le niveau de Ca de ce régime ait été un peu faible pour optimiser les performances des jeunes poulets. En finition T3 tend à donner les meilleures performances.

Dans l'essai 3 tous les traitements ont reçu 500 FTU/kg de phytase. T1 à T4 avaient les mêmes teneurs en Ca et 2 g/kg de moins que T5 et T6. L'apport en NPP a été ajusté pour faire varier le rapport Ca/NPP de 1.6 à 2.9. Sur les deux périodes d'élevage, la consommation d'aliment et le GMQ baissent significativement avec l'augmentation du rapport Ca/NPP, le traitement T1 présentant les meilleures performances. Cette baisse des performances est plus importante quand Ca/NPP est

élevé, que l'apport en Ca soit moyen (T4) ou élevé (T6). T3 et T5 qui ont le même rapport Ca/NPP, présentent des performances proches malgré des niveaux de Ca très différents. Les différences observées sur l'IC sont plus difficiles à interpréter du fait des écarts importants obtenus en terme de croissance. A 21 jours il existe des différences significatives sur la teneur en MMT (rapportées à la matière sèche) des tibias. T5 présente la teneur la plus élevée, non différente significativement de T1 et T2. Pour les autres traitements, à niveau de Ca constant, l'augmentation du rapport Ca/NPP par baisse de l'apport en NPP, diminue significativement le dépôt minéral. A 40 jours la minéralisation est maximale pour T1, T2 et T3 (Ca plus faible) même si seul T6 présente un taux de MMT significativement plus faible (Ca élevé mais NPP faible).

### 2.2. Etude des effets du rapport Ca / NPP

Les protocoles des 3 essais étant proches, l'ensemble des résultats a été analysé de manière graphique afin d'approfondir les effets du rapport Ca/NPP évoqués précédemment. Les GMQ 1-21 jours et 22-40 jours en fonction du rapport Ca/NPP sont présentés respectivement sur les Figures 1 et 2. La relation négative des performances avec l'augmentation du rapport apparaît clairement. Les mêmes résultats sont obtenus pour la consommation d'aliment. Ceci semble particulièrement vrai entre 0 et 21 jours lorsque l'apport de NPP est inférieur à 3.6 g/kg d'aliment.

## CONCLUSION

L'ensemble de l'étude a permis de confirmer l'importance du rapport Ca/NPP comme facteur de performance chez le poulet de chair. La maximalisation de la consommation d'aliment, de la vitesse de croissance et de la minéralisation osseuse apparaît dépendre beaucoup plus du rapport Ca/NPP que du niveau d'apport intrinsèque de chacun des éléments. Toutefois il faut tenir compte d'un niveau minimum en Ca à respecter en début de croissance ainsi que d'une réponse positive à l'augmentation de l'apport en NPP en période de démarrage. Ces conclusions sont en accord avec la plupart des travaux récents (Driver et al., 2005 ; Rama Rao et al., 2006 ; Narcy, communication personnelle), lorsqu'on cherche à optimiser et réduire l'apport en NPP, mais ils permettent aussi de comprendre que des apports élevés de Ca en présence de suffisamment de NPP (au-delà des besoins) peuvent assurer de bonnes performances chez le poulet de chair.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Angel R., 2008. Conférence annuelle de nutrition de l'Arkansas, 9-11 septembre 2008.
- CORPEN, 2006. Comité d'orientation pour des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement – Groupe Volailles.
- Driver J.P., Pesti G.M., Bakalli R.I., Edwards H.M. Jr., 2005. Poult. Sci., 84, 1406-1417.
- Lescoat P., Travel A., Nys Y., 2005. INRA Prod. Anim., 18 (3), 193-201.
- Létourneau-Montminy M.P., Jondreville C., Pomar C., Magnin M., Sauvant D., Bernier J., Nys Y., Lescoat P., 2007. 16<sup>ème</sup> Symposium Européen de Nutrition des Volailles, Strasbourg, août 2007, 117-120.
- Létourneau-Montminy M.P., Lescoat P., Narcy A., Sauvant D., Bernier J.F., Magnin M., Pomar C., Nys Y., Jondreville C., 2009. Br. Poult. Sci., sous presse.
- Manangi M.K., Coon C.N., 2008. Poult. Sci., 87 (8), 1577-1586.
- Rama Rao S.V., Raju M.V.L.N., Reddy M.R., Pavani P., 2006. Anim. Feed Sci. Technol., 131, 133-148.
- Selle P.H., Ravindran V., 2007. Anim. Feed Sci. Technol., 135, 1-41.
- Roberson K., 2004. 65<sup>ème</sup> conférence de nutrition du Minnesota, 21-22 septembre 2004.

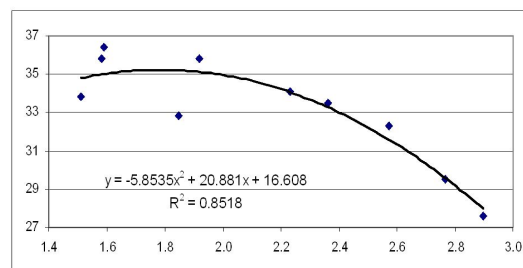
**Tableau 1.** Composition des aliments (%)

Composition	Démarrage (1 - 21 jours)						Finition (22 – 40 jours)					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<b>ESSAI 1</b>												
Protéines brutes	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
Calcium	0.72	0.79	0.68	0.71	1.02	1.01	0.62	0.74	0.62	0.74	0.96	1.01
P total	0.51	0.62	0.51	0.62	0.51	0.62	0.47	0.56	0.46	0.56	0.47	0.56
NPP	0.29	0.39	0.37	0.47	0.37	0.37	0.22	0.31	0.32	0.41	0.33	0.31
Ca / P total	1.4	1.3	1.3	1.2	2.0	1.6	1.3	1.3	1.3	1.3	2.0	1.8
Ca / NPP	2.5	2.0	1.8	1.5	2.8	2.7	2.8	2.4	1.9	1.8	2.0	3.2
Phytase ajoutée (FTU/kg)	0	0	500	500	500	0	0	0	500	500	500	0
<b>ESSAI 2</b>												
Protéines brutes	20.5	20.5	20.5				18.1	18.1	18.1			
Calcium	0.79	0.64	0.57				0.69	0.50	0.43			
P total	0.63	0.63	0.52				0.54	0.54	0.44			
NPP	0.36	0.36	0.36				0.29	0.29	0.29			
Ca / P total	1.3	1.0	1.1				1.3	0.9	1.0			
Ca / NPP	2.2	1.7	1.6				2.4	1.7	1.5			
Phytase ajoutée (FTU/kg)	0	0	500				0	0	500			
<b>ESSAI 3</b>												
Protéines brutes	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3
Calcium	0.75	0.75	0.75	0.75	0.95	1.00	0.60	0.61	0.61	0.60	0.81	0.79
P total	0.62	0.53	0.48	0.44	0.55	0.48	0.52	0.45	0.40	0.37	0.49	0.42
NPP	0.48	0.39	0.33	0.29	0.41	0.34	0.39	0.32	0.26	0.23	0.35	0.28
Ca / P total	1.2	1.4	1.6	1.7	1.7	2.1	1.1	1.3	1.5	1.7	1.6	1.9
Ca / NPP	1.6	1.9	2.3	2.6	2.3	2.9	1.6	2.0	2.3	2.6	2.3	2.8
Phytase ajoutée (FTU/kg)	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500

**Tableau 2.** Performances zootechniques et résultats de minéralisation

	Traitements	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<b>ESSAI 1</b>	1-21 jours						
	Cons. Aliment g/période	979 b	1018 c	1012 c	1022 c	934 a	948 a
	GMQ (g/j)	31.1 b	33.4 cd	32.8 c	33.8 d	29.5 a	30.9 b
	IC	1.50 bc	1.45 a	1.47 ab	1.44 a	1.51 c	1.46 a
	22-40 jours						
	Cons. Aliment g/période	2499 c	2577 c	2533 c	2528 c	2236 a	2337 b
<b>ESSAI 2</b>	GMQ (g/j)	66.4 c	69.9 d	68.8 cd	68.8 cd	56.9 a	60.4 b
	IC	1.99 ab	1.94 a	1.94 a	1.96 ab	2.07 c	2.04 bc
	1-21 jours						
	Cons. Aliment g/période	1078	1061	1083			
	GMQ (g/j)	36.0	34.5	35.8			
	IC	1.43 a	1.46 c	1.44 b			
<b>ESSAI 3</b>	22-40 jours						
	Cons. Aliment g/période	2991	2959	2972			
	GMQ (g/j)	77.7	77.6	78.8			
	IC	2.14	2.12	2.10			
	1-21 jours						
	Cons. Aliment g/période	1007 d	1015 d	959 c	929 b	937 bc	807 a
	GMQ (g/j)	36.4 d	35.8 d	34.1 c	32.3 b	33.5 c	27.6 a
	IC	1.39 a	1.42 bc	1.41 ab	1.44 c	1.40 ab	1.46 d
	22-40 jours						
	Cons. Aliment g/période	2802 d	2794 d	2654 c	2514 b	2658 c	2259 a
	GMQ (g/j)	68.8 c	68.4 c	64.3 b	63.7 b	65.4 b	58.1 a
	IC	2.04 bc	2.04 bc	2.07 c	1.95 a	2.03 bc	1.99 ab
	% cendres tibia / MS						
	21 jours	42.6 c	42.9 c	39.3 ab	38.9 a	43.7 c	40.8 b
	40 jours	37.0 bc	37.4 c	37.1 bc	35.5 ab	36.0 abc	34.6 a

Les valeurs indicées par des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de probabilité de 0.05

**Figure 1.** Evolution du GMQ (g/j) entre 1 et 21 jours en fonction du rapport Ca/NPP en présence de phytase**Figure 2.** Evolution du GMQ (g/j) entre 22 et 40 jours en fonction du rapport Ca/NPP en présence de phytase