

INFLUENCE DE L'INCORPORATION DE PHYTASE MICROBIENNE DANS LES ALIMENTS, SUR LES PERFORMANCES, LA RÉSISTANCE OSSEUSE ET LES REJETS PHOSPHORÉS CHEZ LE PORC CHARCUTIER

P. LATIMIER (1), A. POINTILLART (2), A. CORLOUËR (1), C. LACROIX (2)

(1) *Chambre d'Agriculture des Côtes d'Armor, Service Recherche & Production (EDE) - B.P.540, 22195 Plérin Cedex.*

(2) *I.N.R.A., Laboratoire de Nutrition et Sécurité alimentaire - 78352 Jouy-en-Josas Cedex*

*avec la collaboration de J. LE PAN, M. GAUTIER, D. LESAICHERRE (1)
et E. BUTSTRAEN, Dr A.TROSCHE (Société B.A.S.F.).*

L'efficacité de l'addition de phytase microbienne à remplacer la complémentation en phosphore minéral des régimes porcs a été étudiée à l'aide de 3 régimes. Dans le premier (R1) tout le phosphore était apporté par les seules matières premières (maïs, blé, pois et soja), il contenait 0,38 % de P. total, le deuxième (R2) similaire, complétement en phosphore minéral contenait 0,55 % de P. total, dans le 3ème (R3) identique au premier (0,38 % de P. total), 1 000 unités de phytase microbienne/kg (Natuphos) étaient incorporées au régime.

L'essai a porté sur toute la période d'engraissement (de 27 à 102 kg) et distinguait la période «croissance» (27 à 55 kg) de la période «finition» (de 55 à 102 kg).

Les différents critères mesurés concernaient :

- L'effet de la granulation sur l'activité phytasique
- Les performances zootechniques (évaluation des carcasses incluse)
- La résistance à la rupture des os (métacarpiens)
- Les rejets phosphorés.

La granulation entraînait une perte d'environ 25 % de l'activité phytasique, en sortie de presse vers 70°C.

Pour l'ensemble de la période étudiée, R2 et R3 permettaient des performances satisfaisantes (GMQ 800 g) et équivalentes tant au niveau croissance, indice de consommation, qualité des carcasses que résistance à la rupture des os. R1 était significativement inférieur aux deux autres traitements pour le gain moyen quotidien, et la résistance à la rupture des os. R1 entraînait une détérioration, essentiellement durant la phase croissance ce qui se répercutait pour la période totale, tandis qu'en finition il subsistait peu d'écart entre régimes, pour le gain moyen quotidien et l'indice de consommation.

Les quantités de phosphore rejetées par porc dans les effluents étaient respectivement de 0,36, 0,50, 0,26 kg/porc pour R1, R2, R3. Le régime R3 permettait donc de réduire d'environ 50 % les rejets phosphorés par rapport à R2 et de 28 % par rapport à R1.

La substitution de la complémentation en phosphore minéral par de la phytase microbienne s'avère donc intéressante puisqu'elle permet des performances équivalentes, et diminue de moitié les rejets phosphorés.

Efficacy of microbial phytase supplement on growth performance, carcass traits, bone breaking strength and phosphorus excretion in growing-finishing pigs.

To assess the effects of a microbial phytase supplement on growth performance, bone breaking strength, and P. excretion, 108 crossbred pigs (54 castrated males, 54 females) were allocated to 3 different dietary treatments (R1, R2, R3) during a growing-finishing period (from 27 to 55 kg : growing, from 55 to 102 kg : finishing). The 3 diets consisted mainly of corn,

wheat (25%) pea and soybean meal. P. excepted, R1, R2, R3 met the nutrient requirements for growing-finishing pigs. The control diet R1 contained no phosphate supplement (total P. Content ; 0,4 %). The second diet R2 was equivalent to diet R1 supplemented with phosphate (total P. content : 0,5 %) whereas R3 was equivalent to diet R1 supplemented with 1 000 I.U phytase («Natuphos»)/kg (total P. content : 0,4 %). Since the temperature reached 70-72°C during the pelleting process the dietary phytase activity was measured after pelleting : 75 % of the activity added at the beginning was still present.

The pigs were slaughtered at market body weight (approximately 100 Kg) and the following parameters were analyzed : average daily gain (ADG), feed-to-gain ratio (F/G), carcass traits (muscle percentage, backfat thickness, dressing percentage), bone bending moments, bone density and excreted P. in manure.

Mean ADG (approximately 800 g/day), F/G, carcass traits, bone breaking strength and bone density were nearly identical in the R2 and R3 groups over the treatment period (growing + finishing). During the initial 6 week growth period, ADG and F/G were significantly lower and higher respectively in the low P. fed pigs (R1) compared to R2 and R3 groups. There after, these differences disappeared. No significant differences in F/G and carcass traits were observed for the whole growing-finishing period between the 3 groups while ADG was significantly lower in the low P. fed pigs (R1). The bending moments of the 2 metacarpal bones (III and IV) were lower ($P < 0.02$) in the control group, R1 compared with the 2 other groups. Phosphorus excretion in manure was 0.36, 0.50, 0.26 kg/pig for R1, R2 and R3 respectively. Thus, pigs fed a basal diet supplemented with phytase (R3) excreted nearly 50 % P. less than those fed the same diet supplemented with phosphate (R2). These results demonstrate that 1 000 units microbial phytase/kg diet (i.e 750 U after pelleting) may save at least 0.10 % dietary phosphorus without any detrimental effect on growth performance, carcass traits and bone parameters. In addition, phosphorus excretion is reduced by 50 %.

INTRODUCTION

Ces dernières années des travaux ont été conduits dans le but de réduire les rejets de phosphore en modifiant l'alimentation, ceci en essayant de situer les limites ne nuisant pas aux performances des animaux. Ainsi LATIMIER et POINTILLART (1993) ont démontré chez le porc charcutier qu'avec des régimes comportant environ 50 % de blé ou d'issues on pouvait abaisser la teneur en phosphore total des aliments de 0,6 à 0,5 %, sans amoindrir les performances ni la résistance osseuse, et réduire de 25 % les rejets phosphorés.

POINTILLART et al. (1993) en supprimant tout apport de phosphore minéral avec un régime comportant pour 3/4 de ses constituants du blé ou des issues et 10 % de son de seigle, obtenaient des performances de très haut niveau (> 900 g/j) équivalentes à celles observées avec les régimes comportant une complémentation minérale portant le taux de phosphore total à 0,6 %. Toutefois la mise en pratique de tels résultats reste subordonnée à une bonne connaissance de l'activité phytasique des matières premières pour laquelle subsiste encore bien des incertitudes (LATIMIER et POINTILLART 1993).

L'incorporation de phytase microbienne améliore la digestibilité du phosphore phytique notamment lorsque les matières premières sont quasiment dépourvues d'activité phytasique comme le maïs. Ce procédé pourrait remplacer toute ou partie de la complémentation phosphorée dans les aliments.

Une revue récente indique que les rejets de phosphore dans les lisiers peuvent être réduits de 20 à 50 % suivant les travaux (POINTILLART 1993) avec l'utilisation des phytases. Par contre la plupart de ces mesures portent sur de courtes périodes (en cage à digestibilité) et sur de faibles effectifs, et ne permettent pas de tirer des conclusions sur la totalité de la période d'engraissement.

C'est pourquoi il nous a paru utile d'entreprendre un essai en vraie grandeur (108 porcs) portant sur la quasi totalité de la période de production du porc charcutier, avec des régimes assez similaires à ceux couramment utilisés. L'essai comportait à la fois une analyse des performances zootechniques, de la résistance à la rupture des os, la quantification des rejets phosphorés ainsi que l'étude des effets de la granulation sur la conservation de l'activité phytasique ajoutée à l'un des régimes. Nous avons comparé 3 régimes : un régime sans phytase mais contenant un niveau normal de phosphore (témoin positif) un régime sans phytase dépourvu de phosphore minéral (déficient en phosphore «témoin négatif») et un régime dépourvu de phosphore minéral mais additionné de phytase microbienne (1000 U.P./kg).

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Schéma expérimental

Cent huit animaux ont été répartis en 18 blocs constitués chacun de 3 mâles et 3 femelles. Les blocs ont été définis en tenant compte du poids vif et de l'origine génétique. Après la mise en lot les animaux recevaient l'un des trois régimes alimentaires suivants : présentés sous forme de granulés.

- R1 : régime «témoin négatif» sans complémentation minérale de phosphore (< 0,4 % de P. total)
- R2 : régime «témoin positif» comportant une complémentation minérale de phosphore (0,55 % de P. Total)
- R3 : régime «phytase» identique à R1 incorporant 1000 U.P. de phytase microbienne par kg d'aliment (Natuphos).

La composition des régimes et leurs caractéristiques analytiques sont rapportées dans les tableaux 1 et 2.

Tableau 1 - Composition des régimes

Matières premières (%)	Croissance			Finition		
	R1,R2,R3			R1,R,R3		
Maïs (*)	36			41		
Blé (*)	25			25		
T. de soja 48 Brésil	16,6			11,5		
Pois de printemps	20			20		
DL Méthionine	0,025			/		
Complément avec sel oligos éléments vitamines (1)	1,3			1,3		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Carbonate de calcium (2)	1,07	0,47	1,07	1,11	0,43	1,11
Phosphate bicalcique (3)	/	0,95	/	/	1,07	/
Phytases (natuphos)	/	/	0,020	/	/	0,020
U.P./kg (4)			1000			1000

(*) Pourcentage susceptible de varier très légèrement d'un régime à l'autre pour ajuster la formule en fonction des apports de minéraux.

(1) COV = Complément oligos-éléments et vitamines adapté aux besoins et répondant aux recommandations INRA.

(2) Carbonate de calcium = 37,1 % de Ca (analysé)

(3) Phosphate bicalcique = 18,2 % de P (analysé)

(4) U.P. = unité d'activité phytasique = quantité d'enzyme qui libère en une minute à un pH de 5,5 et une température de 37°C une micromole de phosphore inorganique obtenue à partir de 0,0015 moles/litre de phytate de sodium.

Tableau 2 - Caractéristiques analytiques et valeur énergétique des régimes expérimentaux

Aliments	Croissance			Finition			
	R1,R2,R3			R1,R,R3			
Valeurs estimées (g/Kg)							
Matière Azotée totale	182,8			164,3			
Lysine	9,8			8,4			
Lysine digestible	7,9			6,7			
Méthionine + Cystine	6,3			5,5			
Thréonine	6,7			6,0			
Tryptophane	2,0			1,7			
Cellulose brute	33,1			31,4			
Matière grasse	26,1			27,1			
Amidon (Hydr. Acide)	457			496			
N.D.F.	101			88			
Calcium	8,2			8,2			
Énergie digestible (Kcal/kg)	3310			3302			
Énergie nette E.N. 19 (Kcal/Kg)	2390			2425			
Valeurs analysées (g/kg)							
Matière sèche	869			868			
Matière azotée totale	175			158			
Lysine	9,5			8,7			
Matière grasse	28			27			
Cellulose brute	37			33			
Amidon	463			465			
N.D.F.	122			114			
Composition minérale (g/kg)(analysée)	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
	Ca	8,9	8,4	8,7	8,7	9,1	8,7
	Phosphore total	4,0	5,1	3,9	3,8	5,4	3,6
	dont P. minéral (%)	0	22	0	0	30	0
Phytase analysée (U.P./kg)	220	210	750	200	200	725	

(1) calculé d'après WEEVOEDERTADEL CENTRAAL WEEVOEDERTADELBUREAU LELYSTAD

1.2. Conduite de l'alimentation

Les aliments ont été distribués en granulés et humidifiés dans une auge munie d'un volet obturateur, à raison de 2,5 litres d'eau par kg d'aliment. A l'exception du dimanche, où une seule distribution était effectuée, la ration était répartie en deux repas.

Le plan d'alimentation était calculé en énergie nette (E.N.) (NOBLET et al 1989, Equation 19) en fonction du poids vif, sur la base de 96 % du plan de rationnement proposé par ITP, ITCF, AGPM, (1992). Le niveau d'alimentation proposé était basé sur le poids et plafonné à 5 920 Kcal E.N. à partir de 65 kg pour les castrats et 6 500 Kcal E.N. à partir de 75 kg pour les femelles. Le passage de l'aliment croissance à l'aliment de finition a été effectué 42 jours après la mise en lot soit au poids moyen de 55 kg.

1.3. Animaux et logement

Les animaux mis en expérience provenaient de l'élevage expérimental de L'EDE des Côtes d'Armor : croisement de père Large White x Piérain et de mère Large White x Landrace. Tous les animaux provenaient de la même bande, ils étaient

âgés de 68 jours en moyenne, l'écart maximal entre individus ne dépassait pas 7 jours. Au cours de l'essai, ils étaient élevés par sexes séparés à raison de 6 porcs par loge en bâtiment fermé et sur caillebotis intégral, la température ambiante à la hauteur des animaux étant en moyenne de 23°5.

La surface disponible était de 0,66 m² par porc avec un accès à l'auge de 31 cm/porc.

Chacun des trois lots de 36 animaux au total était placé sur une fosse à lisier préalablement vidée et lavée. La ventilation était de type dynamique, avec une extraction de l'air par une gaine située au niveau de la fosse à lisier.

1.4. Les paramètres mesurés

- Les animaux étaient pesés tous les 14 jours, ainsi qu'avant le départ à l'abattoir après un jeûne de 16 heures.

À l'abattage étaient effectuées les mesures suivantes sur les carcasses par UNIPORC OUEST : poids de la carcasse, épaisseurs de lard dorsal (X2 X4) et épaisseur de muscle (X5). la teneur en muscle était ensuite calculée à partir de

ces valeurs :

$$\text{Teneur en muscle (\%)} = 57,399 - 0,33X2 - 0,441X4 + 0,193X5.$$

Les deux métacarpiens principaux (interne III, et externe IV) de la patte avant droite ont été prélevés chez 18 animaux par régime (moitié castrats, moitié femelles) pour mesurer la densité et le moment de flexion, paramètre en relation avec la résistance à la rupture (POINTILLART et al. 1987). Les individus soumis à ces prélèvements ont été désignés à la mise en lot pour éviter tout choix susceptible d'influencer les résultats.

- À chaque fabrication un échantillon d'aliment était prélevé en sortie de presse et immédiatement placé en bouteille isotherme pour mesurer la température.

À chaque fabrication il était prélevé un échantillon de phytase, un échantillon de l'aliment avant granulation, et après granulation en sortie de refroidisseur pour contrôler l'activité phytasique au cours du processus de fabrication.

La consommation d'aliment et d'eau était suivie pour chacune des loges en essai.

- Le volume d'effluent était relevé pour chacune des fosses à chaque pesée d'animaux, tous les 14 jours, à l'aide d'une réglette graduée. En fin d'essai des prélèvements de chaque lot étaient réalisés à l'aide d'une sonde mise au point à cet effet (LATIMIER non publié). Cette opération permettait d'obtenir à chaque carottage un échantillon représentatif sur toute la hauteur du lisier. Pour chaque régime 32 prélèvements représentant 4 des 6 loges ont été collectés puis homogénéisés avant analyse.

1.5. Analyse statistique des données

Les données ont été traitées à l'aide du logiciel STAT-ITCF. L'unité expérimentale est l'animal pour les mesures individuelles (croissance, composition corporelle, paramètres osseux) et la loge pour les mesures collectives (consommation journalière, indice de consommation).

2. RÉSULTATS

2.1. Influence de la granulation sur l'activité phytasique

La température des granulés en sortie de presse n'a pas dépassé 72°C en raison d'une tendance à la caramélisation au delà de ce niveau.

Tableau 3 - Perte d'activité phytasique à la granulation

	Fabrication 1	Fabrication 2	Fabrication 3
Température des granulés en sortie de presse (°C)	72	69	71
Phytase en sortie de presse (U.P./kg) (1)	750	730	720
Perte à la granulation(%)	26,6 %		

(1) mesurée par BASF selon ses propres méthodes après étalonnage avec la méthode utilisée au L.N.S.A.

Dans ces conditions, la perte d'activité phytasique allait de 25 à 28 % de l'activité totale incorporée ce qui correspondait à la perte attendue par le fabricant.

2.2. Poids et consommation

À la mise en lot les castrats pesaient 26,9 kg et les femelles 27,25 kg, l'écart moyen entre lots étant <0,15 kg. La période «croissance» concernait les six premières semaines d'engraissement, la fin de cette période correspondant au changement d'aliment pour des animaux pesant en moyenne 55 kg. Les poids d'abattage n'étaient pas significativement différents : 102 kg (R1) 103,7 kg (R2) 102,1 kg (R3).

Les consommations alimentaires au cours de la période totale d'engraissement ont été assez proches pour les 3 lots : 2,07 - 2,10 - 2,06 kg/jour chez les castrats et 2,10 - 2,16 - 2,15 kg/j chez les femelles pour R1, R2, R3 respectivement, ce en raison du plan d'alimentation propre à chaque sexe.

2.3. Croissance et indice de consommation (tableau 4)

- Au cours de la «croissance» les animaux du lot R1 ont accusé un retard significatif de 8,3 % et 7,1 % par rapport à R2 et R3 tous sexes confondus, affectant de la même manière les castrats et les femelles.

Les variations de l'indice de consommation reflétaient les résultats du gain moyen quotidien avec une amélioration significative de 5,5 % pour R2 et R3 par rapport à R1.

- Au cours de la phase «finition» le régime R1 est resté le moins performant mais l'écart s'est réduit à 2,7 % et 3,7 % par rapport à R2 et R3 tous sexes confondus, cette différence n'étant plus statistiquement significative.

L'indice de consommation est similaire pour les trois régimes, tous sexes confondus mais comme pour le gain moyen quotidien le comportement diffère d'un sexe à l'autre.

- Pour toute la durée de l'essai, la croissance des animaux du lot R1 était inférieure de 5,1 % comparée à R2 et de 3,9 % par rapport à R3, l'écart étant statistiquement significatif entre R1 et les autres régimes tous sexes confondus. Pour chacun des sexes pris séparément R1 présentait toujours la moins bonne croissance (NS).

L'indice de consommation était similaire pour R2 et R3 et amélioré de 2,8 % par rapport à R1 cette différence n'étant pas statistiquement significative.

2.4. Caractéristiques des carcasses (tableau 5)

Les rendements étaient similaires quels qu'aient été les régimes ou le sexe.

La teneur en muscle et ses composantes X2, X4, X5 n'ont pas permis de mettre en évidence un quelconque effet régime. On a observé cependant une tendance défavorable correspondant au régime R1 d'environ un point de muscle par rapport à R2 et R3 avec amplification du phénomène chez les femelles ainsi qu'une augmentation d'adiposité (NS) plus perceptible en X4 et une réduction de l'épaisseur de côtelette (NS) au site X5.

Tableau 4 - Performances d'engraissement (croissance, indice de consommation)

	Période	Régime Sexe	R1	R2	R3	Interprétation statistique (P sous H0)(1)		
						CV %(2)	Effet régime	Effet sexe
G. M. Q. (g)	Croissance 0 - 42 j	Castrats	637	689	689	13,7	0,019*	0,59 NS
		Femelles	644	709	691			
	Finition de 42 j à la vente	Castrats + Femelles	641(b)	699(a)	690(a)	11,3	0,33 NS	0,053 NS
		Castrats Femelles	824 887	855 923	890 870			
	Période totale de la mise en lot à la vente	Castrats + Femelles	764(a)	805(b)	795 (b)	9,2	0,0499*	0,10 NS
		Castrats Femelles	746 782	784 826	800 790			
I.C. (kg/kg)	Croissance 0 - 42 j	Castrats	2,56	2,42	2,42	2,3	0,0008***	0,47 NS
		Femelles	2,56	2,36	2,41			
	Finition de 42 j à la vente	Castrats + Femelles	2,56(a)	2,42(b)	2,42(b)	2,7	0,95 NS	0,73 NS
		Castrats Femelles	2,9 2,75	2,82 2,80	2,72 2,92			
	Période totale de la mise en lot à la vente	Castrats + Femelles	2,73	2,65	2,66	2,3	0,10 NS	0,95 NS
		Castrats Femelles	2,78 2,68	2,67 2,63	2,60 2,73			

(1) Probabilité sous Ho = Hypothèse d'égalité des moyennes des traitements NS = non significatif = rejet de Ho pour $P < 0,05$

(2) Coefficient de variation résiduel en %

(*) Significatif

(**) Hautement significatif

(***) Très hautement significatif

2.5. Résistance à la rupture des métacarpiens (tableau 6)

La mesure de la densité apparente (rapport poids frais de l'os entier sur son volume apparent) n'a pas permis de mettre en évidence de différence significative entre les régimes. Chez les femelles on notait cependant une tendance à une densité plus faible avec le régime R1, et ceci aussi bien pour l'os externe comme pour l'os interne.

Le «moment de flexion» met très bien en évidence la moindre résistance des os du régime R1 et ce pour les deux os testés tous sexes confondus. La résistance était moindre pour l'os externe et celle des os des femelles tendait à être inférieure à celle rencontrée chez les mâles castrés.

Les valeurs observées chez les animaux des régimes R2 et

R3 étaient très proches. L'analyse des poids d'abattage et des vitesses de croissance des animaux ayant fait l'objet de prélèvements osseux accrédite une bonne conformité de l'échantillon avec l'ensemble des lots analysés dans leur totalité.

2.6. Éléments fertilisants dans l'effluent (tableau 7)

La quantité de phosphore rejetée dans l'effluent pour R1 correspondait à 70 % de celle de R2. Ce rapport était sensiblement identique à la quantité de phosphore ingéré par R1 comparativement à R2. Pour R3, les rejets de phosphore étaient diminués de moitié comparativement à R2 (51 %) ceci pour un apport de P. Total équivalent à R1.

Le faible écart de gain de poids entre R2 et R3 a une incidence

Tableau 5 - Caractéristiques des carcasses

	Régime		R1	R2	R3	Interprétation statistique (P sous HO)(1)		
	Sexe					CV % (2)	Effet régime	Effet sexe
Rendement %	Castrats		81,26	81,34	80,76			
	Femelles		80,98	81,10	80,85			
Poids chaud Poids vif	sexes confondus		81,12	81,22	80,80	1,5	0,31 NS	0,54 NS
% Muscle UNIPORC OUEST (3)	Castrats		53,31	53,95	53,78			
	Femelles		53,31	54,49	55,09			
	sexes confondus		53,31	54,22	54,43	4,8	0,15 NS	0,21 NS
Épaisseur de lard X2 (mm) (4)	Castrats		19,9	19,06	20,11			
	Femelles		20,11	19,12	18,56			
	sexes confondus		20,03	19,14	19,33	18,2	0,54 NS	0,55 NS
Épaisseur de lard X4 (mm) (5)	Castrats		17,94	17,72	17,61			
	Femelles		17,94	16,67	16			
	sexes confondus		17,94	17,19	16,81	15,3	0,18 NS	0,08 NS
Épaisseur de cotelette X5 (mm)(6)	Castrats		53,89	55,17	55,89			
	Femelles		54,50	55,89	56,44			
	sexes confondus		54,2	55,53	56,17	9	0,23 NS	0,51 NS

(1) aucun écart n'est significatif

(2) Coefficient de variation résiduel en %

(3) Calculé selon l'équation : $Y = 57,399 - 0,33 X2 - 0,441 X4 + 0,193 X5$

(4) X2 épaisseur de lard entre 3ème et 4ème vertèbre lombaire à 8 cm de la fente

(5) X4 épaisseur de lard entre 3ème et 4ème sous dernière côte à 6 cm de la fente

(6) X5 épaisseur de muscle entre 3ème et 4ème sous dernière côte à 6 cm de la fente

Tableau 6 - Densité et moment de flexion des deux métacarpiens III et IV

		Régime		R1	R2	R3	Interprétation statistique (P sous HO)(1)		
		Sexe					CV % (2)	Effet régime	Effet sexe
DENSITÉ g/cm3	Interne III	Castrats		1,25	1,23	1,25			
		Femelles		1,20	1,26	1,27			
		castrats + femelles		1,23	1,24	1,26	3,9	0,22 NS	0,97 NS
	Externe IV	Castrats		1,24	1,24	1,26			
		Femelles		1,21	1,24	1,25			
		castrats + femelles		1,23	1,24	1,26	4,5	0,26 NS	0,42 NS
MOMENT DE FLEXION N x m	Interne III	Castrats		16,13	18,72	19,24			
		Femelles		14,56	17,87	17,89			
		castrats + femelles		15,35(b)	18,3(a)	18,57(a)	16,2	0,0028**	0,10 NS
	Externe IV	Castrats		12,30	14,59	14,66			
		Femelles		11,46	12,75	14,03			
		Castrats + femelles		11,88(b)	13,67(a)	14,34(a)	18,9	0,017*	0,11 NS

(1) Probabilité sous Ho = Hypothèse d'égalité des moyennes des traitements. NS = non significatif = rejet de Ho pour $P < 0,05$

* Significatif

** Hautement significatif

(a) (b) Les valeurs portant en indice des lettres différentes sont significativement différents pour $P < 0,05$

(2) Coefficient de variation résiduel en %

Tableau 7 - Quantités d'éléments fertilisants estimés produits par porc en fin d'essai (*)

Régimes	R1	R2	R3
Volume de lisier (litres)	358	337	331
N.P.K. estimés par porc			
Azote total (kg)	2,65	2,48	2,38
Azote ammoniacal (kg)	2,07	1,915	1,9
Phosphore (P) (kg) soit P ₂ O ₅ (kg)	0,36 0,823	0,50 1,163	0,26 0,595
Potasse (K ₂ O) (kg)	1,47	1,50	1,42

(*) méthode de calcul : quantité d'effluent produit par porc x valeur N.P.K. à l'analyse.

négligeable sur la différence des rejets de phosphore observés.

Les rejets azotés pour R1 et R2 étaient très proches, surtout rapportés au kg de poids vif. Par contre pour R1 les rejets azotés étaient supérieurs de 11 % à ceux de R3 pour un gain de poids identique, en raison d'un allongement de la durée d'engraissement et d'un indice de consommation un peu supérieur.

3. DISCUSSION

3.1. Conservation de l'activité phytasique à la granulation

Hormis les résultats de SIMONS et al (1990) qui observaient une conservation de 83 à 96 % de l'activité phytasique (250 U.P./kg au départ) avec une température de granulation de 78 à 84°C (mais seulement 46 % à 87°C) assez peu d'études récentes sont consacrées à cette question. Dans une étude récente avec 1 000 U.P. au départ COLIN et POINTILLART (non publié) observent une perte d'environ 30 % (de 11 à 46 %) au cours de la granulation d'un échantillon de 4 aliments. La conservation de 75 % observée au cours de cet essai conforme aux attentes du fabricant nous semble convenable puisqu'en général en sortie de presse, la température atteinte au cours de la fabrication des aliments «porc charcutier» se situe aux alentours de 65 à 72°C, fourchette similaire à celle de cet essai.

3.2. Performances zootechniques

Au cours de la période croissance (période 0 - 42 jours de l'expérience) le régime témoin R1 sans aucune complémentation minérale entraînait une baisse de G.M.Q. de 8,3 % et 7,1 % sur R2 et R3 et une dégradation de l'I.C. de 5,8 %.

La relativement faible dégradation des performances est probablement due à la présence de 25 % de blé dans les aliments dont l'activité phytasique non négligeable a sans doute limité les effets négatifs de l'apport insuffisant de phosphore du régime R1.

Les résultats obtenus dans cet essai avec le régime R2 vont dans le même sens que ceux déjà décrits par POINTILLART

et LATIMIER (1993) et confirment qu'un niveau d'apport de P. total de 0,5 % (dont 1/4 à 1/3 sous forme de P. minéral) suffit à assurer des performances correctes.

En finition, les écarts de GMQ n'étaient que de 3,7 et 2,7 % entre R1 et R2-R3 et les indices de consommation étaient similaires. Ainsi cette phase d'élevage s'accommode très bien du seul apport de phosphore par les matières premières ce que nous avons démontré en 1993 pour des régimes assez proches.

Pour l'ensemble de la période étudiée, les animaux du régime R1 ont subi les effets négatifs observés au cours de la période croissance, essentiellement au niveau du GMQ : - 5,1 % et - 3,9 % sur R2 et R3, l'effet étant moindre sur l'indice de consommation (- 3 %), ces écarts restant malgré tout relativement faibles.

La qualité des carcasses (essentiellement estimée par sa teneur en muscle) était identique pour R2 et R3 mais tendait à se dégrader pour R1 répercussion accompagnant logiquement les baisses de performances.

3.3. Résistance osseuse

La résistance à la rupture qui reflète la minéralisation osseuse était amoindrie avec le régime témoin déficient en phosphore et ce sans que les animaux aient présentés de troubles locomoteurs. Cette observation est cohérente avec les résultats antérieurs POINTILLART et al.(1987, 1991) et par LATIMIER et al. (1993). Ce régime témoin quand il est supplémenté avec 1000 U.P./kg de phytase permet une résistance osseuse comparable à celle observée avec le régime comprenant une complémentation minérale portant la teneur de l'aliment à 0,5 % de phosphore total. Ce résultat est à rapprocher des travaux de KESSLER et al. (1992) qui ont comparé des régimes avec 500 U.P./kg de phytase chez des porcs entre 24 et 107 kg, pour des taux dégressifs de P Total (en g/kg d'aliment) de 4,6 (24-41 kg) - 3,8 (41-65 kg) - et 3,5 (65-107 kg) avec un régime contenant 6,6 - 6,3 et 4,7 g de P Total. Les teneurs en cendres, calcium et phosphore des métacarpes (III) étaient comparables pour les deux séries de régimes testés tout en assurant un GMQ de 825 grammes.

Les résultats de performances et de minéralisation obtenus dans cette dernière expérience indiquent qu'un apport de 500 U.P. de phytase suffirait pour obtenir une bonne utilisation du phosphore phytique, et un degré de minéralisation de l'os adéquat.

3.4. Phosphore rejeté dans l'aliment

La diminution d'excrétion de phosphore, est de 27,7 % pour le régime supplémenté en phytase comparativement au régime témoin R1. Cela montre bien qu'il y a eu utilisation du phosphore grâce à l'apport de phytase (avec simultanément optimisation des performances). Cet écart était légèrement inférieur à la réduction de 35 % et 25 % de P. dans les fécès observée par SIMONS et al. (1990) avec un apport de phytase (1 000 U.P./kg) pour des régimes maïs et manioc chez des porcs de 35 à 70 kg. Une moins bonne utilisation du phosphore après 70 kg pourrait expliquer un écart plus réduit dans notre expérience.

Comparativement au régime avec complémentation minérale et un taux modéré réel de 0,52 % de P. Total la supplémentation en phytase permet de diminuer de moitié les rejets de phosphore, et de ramener à 0,26 kg la quantité de phosphore rejetée par porc charcutier. Cette réduction de 50 % a également été constatée par KESSLER et EGLI (1992).

CONCLUSION

L'addition de 1000 U.P. de phytase à un régime comportant du maïs et 25 % de blé améliore significativement les performances zootechniques et la résistance osseuse par rapport au témoin non supplémenté en phosphore minéral. Elle permet des performances et une minéralisation osseuse équivalentes à celles observées avec le même régime supplémenté en phosphore minéral.

Le régime avec addition de phytase réduit les rejets de phosphore à 0,26 kg par porc soit la moitié du régime complétement en phosphore minéral contenant 0,52 % de P total.

Le coût supplémentaire au kg d'aliment pour le régime R3 avec addition de phytase comparativement au régime témoin positif pour un apport énergétique identique est respectivement de 1,37 et 0,70 centimes pour une addition de 1 000 et 750 U.P.

REMERCIEMENTS

Nous remercions le conseil du SYPRAM (1) qui a apporté l'essentiel du financement pour cette opération, ainsi que la société BASF pour sa contribution financière et la fourniture de la phytase.

Nous remercions Monsieur GUÉGUEN du L.N.S.A.-I.N.R.A. de JOUY en JOSAS pour ses conseils dans la définition des régimes et le soutien à cette action, ainsi que Madame Colette COLIN pour les mesures d'activité phytasique, Messieurs LE MEN et LE BELLOUR pour les soins apportés à la fabrication des aliments expérimentaux, le directeur et le personnel de l'abattoir OLYMPIG pour leur compréhension et leur aide au prélèvement des os.

(1) Le SYPRAM a été créé en 1990 en vue de faciliter toute action d'intérêt collectif au profit des entreprises du secteur de l'alimentation animale, avec des fonds apportés par les adhérents des trois associations suivantes :

- . AMEB, Association pour le Maintien de l'Élevage en Bretagne.
- . SNIA, Syndicat National des Industriels de la Nutrition Animale.
- . SYNCOPAC, Fédération Nationale des Coopératives de Production et d'Alimentation Animales.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CHATELIER C., 1989. Techni Porc 12 (2) 23-31.
- ITP - ITCF - AGPM, 1992. Tables d'alimentation pour les porcs, 31 p. ITP-ITCF éd. Paris.
- NOBLET J., HENRY Y., DUBOIS S., 1989. In : Nouvelles bases d'estimation des teneurs en énergie digestible métabolisable et nette des aliments pour le porc. INRA Ed. , Paris.
- POINTILLART A., (1991). J. Anim. Sci 69, 1109-1115.
- POINTILLART A., COLIN C., LACROIX C., RADISSON J., 1993. Journées de la Rech. Porcine en France, 25, 233-238.
- POINTILLART A., FOURDINA., FONTAINEN., 1987. J. Nutr. 117, 907-913.
- SIMONS P.C.M., VERSTEEGH H.A., JONGBLOED A.W., KEMNE P.A., SLUMP P., BOS K.D., WOLTERS M.G.E., BEUDEKER R.F., VERSCHOOR G.J. 1990. Brit. J. Nutr., 64, 525-540.
- KESSLER J., EGLI K., 1992. Revue suisse Agriculture 24 (3) 195-199.
- SIMOES NUNES C., 1993. Journées Rech. Porcine en France 25, 225-228.
- POINTILLART A., 1993. Le Point Vétérinaire (sous presse)
- LATIMIER P., POINTILLART A., 1993. Journées Rech. Porcine en France 25, 277-286.