

Détermination de la digestibilité de deux sources de phosphore minéral chez le porc

J.Y. DOURMAD

I.N.R.A., Station de Recherches Porcines - 35590 Saint-Gilles

Avec la collaboration technique de Valérie Beaumal, Christèle David, J. Delanoë, F. Le Gouëvec, et Y. Lebreton.

Détermination de la digestibilité de deux sources de phosphore minéral chez le porc

Une expérience a été réalisée sur 21 porcs en croissance afin de déterminer la digestibilité de deux types de phosphates : un phosphate monocalcique (22,7 P - 17 Ca) et un phosphate complexe Phorum® (19 P, 12 Ca, 7 Mg et 5 Na). Trois régimes ont été comparés : un régime témoin présentant un faible teneur en P et 2 régimes expérimentaux correspondant à l'ajout au témoin de 0,18% de P sous les 2 formes testées. Après une période d'adaptation aux régimes expérimentaux, les fèces et les urines sont collectées pendant 10 jours. La vitesse de croissance mesurée pendant la période de collecte est significativement plus faible (780 vs 940 g/j) et l'indice de consommation plus élevé (2,2 vs 1,8 kg/kg) pour le régime témoin que pour les deux autres régimes. La digestibilité apparente du phosphore des deux phosphates ne diffère pas significativement, à savoir respectivement 84,7 et 83,3 % pour le phosphate monocalcique et le phosphate complexe. Elle est légèrement supérieure à la moyenne des valeurs mesurées dans la bibliographie ($80,5 \pm 8,5$ %) pour le phosphate monocalcique et nettement plus élevée que les valeurs mesurées pour le phosphate bicalcique (64 % en moyenne).

The digestibility of two mineral phosphates for growing pigs

An experiment was realised on 21 growing pig in order to determine the digestibility of two phosphates : a monocalciumphosphate (22,7 P - 17 Ca) and a complex phosphate Phorum® (19 P, 12 Ca, 7 Mg et 5 Na). Three diets were compared : a control diet with a low level of P and two experimental diets corresponding to the addition to the control diet of 0.18% P from the two sources tested. After a 10-day adaptation period to the diets, urine and faeces were collected during 10 days. Average daily gain was significantly lower (780 vs 940 g/j) and feed conversion ratio higher (2,2 vs 1,8 kg/kg) with the control than with the two others diets. Apparent digestibility of P did not differ among the two types of phosphates : 84.7 and 83.3 % for the monocalciumphosphate and the complex phosphate, respectively. These values are slightly higher than the average value for the monocalciumphosphate in the litterature ($80,5 \pm 8,5$ %), and much higher than the values measured for dicalciumphosphate (64% on average).

INTRODUCTION

La réduction des rejets de phosphore par les porcs passe par une meilleure adaptation des apports aux besoins des animaux et/ou par l'amélioration de sa disponibilité dans les régimes. Aussi, il est particulièrement important de connaître la digestibilité des différentes sources de phosphore utilisées en alimentation animale, et en particulier celle des phosphates minéraux. En effet, l'analyse de la bibliographie met en évidence des écarts importants de digestibilité selon la nature des phosphates utilisés, la digestibilité du phosphore des phosphates bicalciques (CaHPO_4) étant généralement inférieure à celle des phosphates monocalciques ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$) d'environ 15 à 20 points de pourcentage (JONGBLOED, 1987 ; EECKHOUT et DE PAEPE, 1997). Les tables du CVB (1996) retiennent ainsi des valeurs de digestibilité apparente de respectivement, 83% et 64% pour les phosphates monocalciques et bicalciques. L'objectif de cette expérimentation était de mesurer chez le porc en croissance la digestibilité apparente de deux sources de phosphates : un phosphate monocalcique (22,7 P - 17 Ca) et un phosphate complexe Phorum^(*) (19 P, 12 Ca, 7 Mg et 5 Na).

1. Matériels et méthodes

Trois régimes expérimentaux ont été comparés. Un régime de base (semi-synthétique) présentant une faible teneur en phosphore et deux régimes expérimentaux correspondant au régime de base supplémenté par l'équivalent de 0,18% de phosphore, soit sous la forme de phosphate monocalcique, soit sous la forme de phosphate complexe. L'apport de phosphore dans ces deux régimes était calculé de sorte que l'apport total de phosphore soit inférieur au besoin (JONGBLOED, 1987). La composition des régimes expérimentaux et les résultats d'analyses sont présentés aux tableaux 1 et 2.

L'expérience a été réalisée sur 21 mâles castrés pesant en moyenne 40 kg de poids vif à la mise en lot (7 porcs par régime). Après une période d'adaptation de 10 jours à la cage et aux régimes expérimentaux, les fèces et les urines étaient collectées séparément pendant 10 jours. Les régimes ont été distribués sous la forme de farine mélangée à de l'eau, en deux repas. Pendant la période de collecte le niveau alimentaire a été fixé à 1850 g/j en fonction du niveau de consommation observé pendant la période d'adaptation. Le 11ème jour de collecte une prise de sang a été effectuée par ponction dans la veine jugulaire 2h30 après le repas du matin, afin de déterminer les teneurs plasmatiques en calcium, phosphore et magnésium.

2. RÉSULTATS

Un animal du traitement 3 a été sorti de l'expérience à la suite de troubles digestifs ayant occasionné des diarrhées pendant 2 jours de collecte. Les résultats présentés ci-après

Tableau 1 - Composition centésimale des régimes expérimentaux (%)

	-1- Témoin	-2- Phorum	-3- Phosphate mono- calcique
Amidon de maïs	63,57	62,91	63,24
Sucre	3,00	3,00	3,00
Huile végétale	3,00	3,00	3,00
Caséinate de Na	11,50	11,50	11,50
Isolat de soja	3,50	3,50	3,50
Pulpe Betterave	10,00	10,00	10,00
Cellulose	3,00	3,00	3,00
Méthionine	0,10	0,10	0,10
Thréonine	0,07	0,07	0,07
COV	1,00	1,00	1,00
NaCl	0,25	0,25	0,25
Carbonate de Ca	1,01	0,85	0,67
Phorum	-	0,82	-
P monocalcique	-	-	0,67

Tableau 2 - Résultats d'analyses des régimes expérimentaux (%)

	-1- Témoin	-2- Phorum	-3- Phosphate monocalcique
Matière sèche	89,6	89,6	89,8
Phosphore	0,14	0,33	0,33
Calcium	0,53	0,55	0,61
Magnésium	0,077	0,085	0,032
Sodium	0,17	0,26	0,24

concernent donc respectivement 7, 7 et 6 animaux pour les régimes 1, 2 et 3.

2.1. Consommation d'aliment et performances zootechniques

Les porcs ont consommé en moyenne 1830 g d'aliment par jour. La consommation était légèrement inférieure pour le régime 3, en raison de refus occasionnels observés pour deux animaux (tableau 3). La vitesse de croissance mesurée pendant la période de collecte était significativement plus faible pour le régime témoins (780 g/j) que pour les deux autres régimes (940 g/j en moyenne). L'indice de consommation était significativement plus élevé pour les porcs recevant le régime témoin que pour les deux autres régimes (2,2 versus 1,8 kg/kg).

2.2. Bilan de phosphore et de calcium

Les résultats du bilan de phosphore sont présentés au tableau 4. Conformément au protocole expérimental, les quantités de phosphore ingéré ne diffèrent pas entre les traitements 2 et 3, et sont significativement plus élevées que

(*) Le phosphate complexe Phorum® et le phosphate monocalcique utilisés sont produits par la société TIMAB de Saint-Malo.

Tableau 3 - Performances zootechniques des animaux

	-1- Témoin	-2- Phorum	-3- Phosphate monocalcique	Rsd ⁽¹⁾	Sign. Stat.
Nb d'animaux	7	7	6		
Poids initial, kg	47,2	48,1	47,6	3,2	ns
Âge, j	95,3	97,9		8,5	ns
Aliment, g/j	1845a	1844a	1800b	28	*
Eau, kg/j	6000	4440	5150	1800	ns
GMQ, g/j	777a	982b	893ab	145	*
Indice de consommation	2,19a	1,72b	1,85b	0,33	*

(1) Rsd : Écart-type résiduel

Tableau 4 - Bilan de phosphore (g/j)

	-1- Témoin	-2- Phorum	-3- Phosphate monocalcique	Rsd ⁽¹⁾	Sign. Stat.
Effectif	7	7	6		
P ingéré	2,58a	6,08b	5,94b	0,09	***
P fécal	1,08a	1,66b	1,58b	0,30	**
P absorbé	1,50a	4,42b	4,36b	0,32	***
P urinaire	0,03	0,04	0,05	0,03	ns
P retenu	1,47a	4,38b	4,31b	0,31	***
Digestibilité, %					
P total	58,1a	72,6b	73,4b	8,3	**
P ajouté	-	83,3	84,7	-	-

(1) Rsd : Écart-type résiduel

Tableau 5 - Paramètres sanguins (mg/l)

	-1- Témoin	-2- Phorum	-3- Phosphate monocalcique	Rsd ⁽¹⁾	Sign. Stat.
Effectif	7	7	6		
Phosphore	40,3a	60,7b	69,7c	10,8	***
Calcium	118a	103b	100b	5,2	***
Magnésium	13,1a	21,2b	17,5c	2,7	***

(1) Rsd : Écart-type résiduel

Tableau 6 - Bilan de calcium (g/l)

	-1- Témoin	-2- Phorum	-3- Phosphate monocalcique	Rsd ⁽¹⁾	Sign. Stat.
Effectif	7	7	6		
Ca ingéré	9,78a	10,13b	10,98c	0,17	***
Ca fécal	4,37	4,55	4,01	0,64	ns
Ca absorbé	5,41a	5,58a	6,95b	0,66	***
Ca urinaire	2,50a	0,61b	0,41b	0,59	***
Ca retenu	2,91a	4,97b	6,55c	0,59	***
Digestibilité, %					
Ca total	55,3	55,1	63,4	6,2	*

(1) Rsd : Écart-type résiduel

pour le régime 1. Il en est de même pour les quantités de phosphore absorbé et retenu qui sont significativement plus élevées pour les régimes 2 et 3, alors que l'excrétion urinaire ne diffère pas entre les trois traitements. La digestibilité apparente du phosphore est significativement plus faible pour le régime 1 que pour les régimes 2 et 3. La digestibilité du P calculée par différence ne diffère pas significativement entre les régimes 2 et 3, soit 84% en moyenne. La teneur plasmatique en P est significativement plus faible pour le régime témoin, intermédiaire pour le régime 2 et la plus élevée pour le régime 3 (tableau 5, p 75).

Le bilan de calcium est présenté au (tableau 6, p 75). La quantité journalière de calcium absorbé est légèrement supérieure avec le régime 3 (6,9 g/j), en relation avec une digestibilité plus élevée, alors qu'elle ne diffère pas entre les traitements 1 et 2 (5,5 g/j en moyenne). La rétention de calcium est significativement plus faible pour le régime témoin que pour les deux autres et elle tend à être supérieure pour le traitement 3 que le traitement 2.

3. DISCUSSION

Les vitesses de croissance obtenues avec les régimes 2 et 3 sont très satisfaisantes, surtout si l'on tient compte du mode de contention des animaux. Ces valeurs sont proches du potentiel maximal de ces animaux. Les résultats confirment les effets déjà observés d'une carence en phosphore sur les performances de croissance et l'indice de consommation (JONGBLOED, 1987 ; LATIMIER et POINTILLART, 1993; LATIMIER et al., 1994). L'indice de consommation (1,8 kg/kg) particulièrement bas s'explique en partie par une teneur élevée en énergie des aliments (3500 Kcal ED).

En moyenne l'apport de phosphore digestible s'élevait à 4,4 g/j pour les traitements 2 et 3, soit une teneur moyenne dans l'aliment de 0,24%. Ceci correspond à des apports de P digestible de respectivement 4,5 et 4,8 g/kg de gain de poids vif pour les régimes 2 et 3. Selon JONGBLOED (1987) le besoin de P digestible pour la croissance s'élève à plus de 5 g/kg gain. Les apports de P digestible dans notre expérience étaient donc inférieurs au besoin. Ceci est important dans la mesure où un apport excessif risquerait de diminuer la digestibilité du P en réduisant son absorption. L'absence d'augmentation de l'excrétion urinaire de P pour les traitements 2 et 3 comparativement au régime témoin confirme également

que le besoin pour une minéralisation maximale n'était pas encore atteint.

La digestibilité des deux sources de phosphore ne diffère pas significativement. La valeur obtenue pour le phosphate monocalcique (84,7%) est légèrement supérieure à la moyenne des valeurs mesurées dans la bibliographie (80,5 ± 8,5 %) et très proche des valeurs les plus fréquemment citées (BEERS et al, 1990: 72% et 84%; JONGBLOED et al, 1991: 75 et 83%; BEERS et al, 1993: 69%; GRIMBERGEN et al, 1985: 82%; WALZ et PALLAUF, 1993: 91%; RODENHUTSCORD et al, 1994: 91% ; CVB, 1996: 83%; EECKHOUT et DE PAEPE, 1997: 91%). Cette valeur est supérieure aux valeurs généralement mesurées pour le phosphate bicalcique (64 % en moyenne des valeurs de la bibliographie, EECKHOUT et DE PAEPE, 1997)

CONCLUSION

Les deux sources de phosphore testées dans cette expérience ont des digestibilités similaires : 83,3% pour le Phorum et 84,7 % pour le phosphate monocalcique. Ces valeurs sont voisines ou légèrement supérieures à la moyenne des mesures de la bibliographie pour le phosphate monocalcique (80,5%) et très proches de la valeur retenue pour cette matière première dans les tables hollandaises 83% (CVB, 1996). Compte tenu de l'écart de digestibilité des différents phosphates, il paraît important d'utiliser en formulation des coefficients de digestibilité spécifiques à chacune de ces formes.

L'utilisation de phosphates monocalciques et/ou complexe en remplacement du phosphate bicalcique apparaît donc une approche intéressante qui permet de couvrir les besoins des animaux tout en diminuant les rejets dans les déjections. En réduisant la teneur en minéraux du régime c'est aussi une voie intéressante pour la formulation de régimes à forte densité énergétique ou à faible pouvoir tampon (DOURMAD et MESCHY, 1998).

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier la société TIMAB qui a fourni les deux phosphates testés, réalisé les analyses de laboratoire et participé au financement de cette étude.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BEERS S., DELLAERT B.M., JONGBLOED A.W., 1990. Report IVVO-DLO n° 222, 1-31, Lelystad, Les Pays-Bas.
- BEERS S., KEMME P.A., JONGBLOED A.W., HORSTING V.B.J., 1993. Report IVVO-DLO n° 249, 1-20, Lelystad, Les Pays-Bas.
- CVB, 1996. Centraal Veevoeder Bureau, Lelystad, Les Pays bas.
- DOURMAD J.Y., MESCHY, F., 1998. Le Bicarbonate de sodium en nutrition porcine. Conférence GTV, SPACE, Rennes.
- EECKHOUT W., DE PAEPE M., 1997. J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr., 77, 53-60.
- GRIMBERGEN A.H.M., CORNELISSEN J.P., STAPPERS H.P., 1985. Anim. Feed Sci. Technol, 13, 117-130.
- JONGBLOED A.W., 1987. Phosphorus in the feeding of pigs. PhD Thesis, Université de Wageningen, Les Pays-Bas.
- JONGBLOED A.W., EVERTS, H., KEMME, P.A., 1991. Phosphorus availability and requirements in pigs. In HARESIGN W, COLE D.J.A. (Ed) Recent advances in animal nutrition. Butterworth, Oxford, Royaume Uni.
- LATIMIER P., POINTILLART A. 1993. Journées Rech. Porcine en France, 25, 277-286.
- LATIMIER P., POINTILLART A., CORLOUËR A., LACROIX, 1994. Journées Rech. Porcine en France, 26, 107-116.
- RODENHUTSCORDS M., FAUST M., DUNGELHOEF M., SPIEKERS H., PFEFFER E., 1994. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr., 71, 169-178.
- WALZ O., PALLAUF J., 1993. Agricol. Res., 46, 208-217.