

# Evaluation de la digestibilité d'une nouvelle génération de phosphate inorganique chez le porc

Karine LE GRAND (1), Florian COULOIGNER (2), Jean-Yves DOORMAD (2), Agnès NARCY (3)

(1) Timab, Service Technique, 57 Bd Jules Verger, BP 10180, 35803 Dinard cedex, France

(2) INRA Agrocampus-Ouest, UMR1348 PEGASE, 35590 Saint-Gilles, France

(3) INRA, URA, 37380 Nouzilly, France

klegrand@roullier.com

## Digestibility assessment of a new inorganic feed phosphate generation in pig

Calcium phosphates are commonly used in pig diets but precise characterization of their bioavailability is required to better control phosphorus (P) supplies and reduce excretion into the environment. A trial was conducted to assess the P digestibility of three phosphate sources, a monocalcium phosphate (MCP), a dicalcium phosphate (DCP) and a new generation of calcium sodium phosphate (CSP). A maize and soybean meal basal diet was formulated without mineral phosphate. The other six diets consisted of the addition of two levels of mineral P (1 and 2 g/kg) in the form of MCP, DCP and CSP. 63 male crossbred Pietrain × (Landrace × Large White) piglets with an initial body weight of 15.0 (± 2.7) kg were used (nine piglets per treatment). Feed supply was fixed at 4% of body weight. After 8 days of adaptation, urine and feces were collected for a period of 10 days and their phosphorus content determined. From day 9 to day 22 of the experimentation, feed conversion ratio was improved with increased dietary P level except for pigs fed the diet containing the highest level of MCP. Phosphorus digestibility of the MCP and CSP were very close with values of 76.2 and 77.9%, respectively; whereas P digestibility of DCP was lower (67.4%). Considering the relative biological value (RBV) of MCP from feed tables as a reference (i.e., 92%), the RBV of DCP and CSP were estimated at 81 and 94% respectively.

## INTRODUCTION

Les phosphates de calcium mono- ou bicalcique sont communément utilisés comme source de phosphore (P) en nutrition animale. Cependant, leur digestibilité peut être variable en fonction de leur forme, de leurs propriétés physico-chimiques et des procédés technologiques employés pour les produire. En effet, la valeur biologique relative (VBR) du phosphate bicalcique peut varier entre 66 et 79% (EMFEMA, 2002 ; INRA-AFZ, 2007), valeurs qui demeurent inférieures à celles du phosphate monocalcique (86 à 97%) (EMFEMA, 2002). Une meilleure caractérisation de la digestibilité du P de ces sources est donc requise si l'on veut pouvoir adapter précisément les apports aux besoins des animaux dans une optique d'optimisation des apports et de maîtrise des rejets dans l'environnement.

L'objectif de cette étude vise donc à caractériser la digestibilité chez le porc d'une nouvelle génération de phosphate calcosodique et de la comparer à deux autres phosphates mono et bicalcique.

## 1. MATERIEL ET METHODES

Les aliments sont formulés selon les recommandations INRA-AFZ (2007) pour des porcelets excepté pour le P total et le calcium (Ca). Pour s'approcher au plus près des conditions d'élevage, les régimes sont élaborés à partir de matières premières conventionnelles. Ils sont constitués d'une base commune de maïs (65%) et de tourteaux de soja (28%). Ils sont iso-énergétiques, iso-protéiques et iso-sodiques.

Le ratio Ca : P total est fixé à 1,2 pour tous les régimes pour limiter les effets d'un ratio trop élevé sur l'absorption de P.

Les trois phosphates testés sont précisément caractérisés pour leurs teneurs en P, Ca et sodium (Na) préalablement à la formulation. Le phosphate bicalcique anhydre (DCP ;  $\text{CaHPO}_4$  ; 18% P - 27% Ca), le phosphate monocalcique (MCP ;  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  ; 22,7% P - 17% Ca) et le phosphate NEOPHOS-TIMAB (CSP ;  $\text{CaNaPO}_4$  ; 20% P - 20% Ca - 5% Na). Un régime basal ne contenant pas de P minéral est formulé. À partir du régime basal, deux niveaux de supplémentation en P sont testés pour chaque source de phosphate : un niveau bas à 1 g de P/kg d'aliment et un niveau haut à 2 g/kg. Les compositions des compléments minéraux de chacun des régimes sont présentées dans le tableau 1, ainsi que les principales caractéristiques des régimes.

Soixante-trois porcelets mâles Pietrain × (Landrace × Large White) de 15,0 ± 2,7 kg à la mise en lot sont répartis entre sept régimes. Les animaux sont sevrés à 21 jours puis passent 17 jours en nurserie avant d'être placés en cages individuelles. Les porcs sont pesés à la mise en lot, au début et à la fin du bilan de rétention. Après 8 jours d'adaptation à la cage et aux régimes expérimentaux, les urines et les fèces sont collectées séparément pendant 10 jours pour effectuer le bilan de rétention. La quantité d'aliment allouée quotidiennement aux animaux est fixée à 4% du poids vif.

Le P contenu dans les aliments et les fèces est dosé par colorimétrie (kit Biomerieux). L'effet de la source de P, du taux d'incorporation du P et l'interaction entre ces deux facteurs sur le gain moyen quotidien (GMQ), l'indice de consommation (IC) et la digestibilité du P est étudié par un modèle ANOVA (équation 1), l'analyse est faite par le logiciel R (version 2.15.3).

**Tableau 1** - Description des compléments minéraux et caractéristiques nutritionnelles des aliments

Niveau de P ajouté		0	1 g/kg			2 g/kg		
Source		Basal	DCP	CSP	MCP	DCP	CSP	MCP
<b>Ingrédients, g/kg</b>	Phosphate	0	6,06	5,33	4,83	12,12	10,65	9,66
	Amidon	16,45	11,35	11,34	10,48	6,19	6,08	4,40
	Bicarbonate de sodium	1,44	1,44	0,72	1,44	1,44	0,00	1,44
	Carbonate de calcium	4,61	3,65	5,12	5,75	2,75	5,77	7,00
<b>Caractéristiques</b>	Matière sèche, %	87,57	87,63	87,63	87,64	87,70	87,69	87,70
	Energie nette, MJ/kg	10,65	10,58	10,59	10,58	10,52	10,53	10,51
	Matières azotées totales, %	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75
<b>Calcium obtenu (Ca), g/kg</b>		3,89	5,04	5,18	5,40	6,03	6,26	6,37
<b>Phosphore obtenu (P), g/kg</b>		3,10	3,95	4,34	4,59	5,36	5,47	5,42
<b>Rapport Ca / P</b>		1,25	1,27	1,19	1,18	1,13	1,14	1,17

La digestibilité des sources de P est déterminée par régression linéaire entre le P digestible et les teneurs de P mesurées.

$Y = \text{Source} + \text{Niveau P} + \text{Source} : \text{Niveau P} + \varepsilon$  (Equation 1)  
où  $\varepsilon$  est l'écart type résiduel (ETR).

La régression linéaire a permis de déterminer la digestibilité des différentes sources de P.

## 2. RESULTATS ET DISCUSSION

Le gain moyen quotidien (Tableau 2) est impacté positivement avec le niveau de P dans la ration ( $p = 0.045$ ). La consommation n'est pas impactée par les traitements. En revanche, l'IC des animaux est amélioré avec l'augmentation de la teneur en P des régimes excepté pour ceux ayant reçu le niveau de supplémentation le plus élevé en MCP (interaction :  $P = 0,03$ ). Cet effet spécifique du P sur l'IC s'explique par son rôle clé dans divers processus métaboliques.

**Tableau 2** - Performances de croissance des porcs<sup>1</sup>

P ajouté, g/kg	Source	GMQ (g)	IC
<b>0</b>	Basal	396	1,35
<b>1</b>	DCP	409	1,33
	MCP	439	1,24
	CSP	402	1,33
<b>2</b>	DCP	441	1,23
	MCP	410	1,31
	CSP	454	1,20
<b>Statistiques (analyse de variance)</b>	Ecart-type résiduel	33	0,11
	Niveau de P	0,045	0,10
	Source de P	0,817	0,91
	Interaction	0,020	0,03

<sup>1</sup> P : phosphore ; GMQ : vitesse de croissance ; IC : indice de consommation.

Le DCP a une digestibilité plus faible (67,4%) que le MCP (76,2%) et le CSP (77,9%) qui ne diffèrent pas entre eux.

De précédents résultats avaient mis en évidence des digestibilités de 73,4% pour un phosphate monocalcique (22,7% P – 17% Ca) et de 72,6% pour un phosphate complexe (19% P, 12 Ca%, 7% Mg et 5% Na ; Dourmad, 1999). Zhai et Adeola (2012) ont rapporté une valeur de digestibilité de P dans un phosphate monocalcique de 67,5% chez des porcs de 15 kg. La digestibilité de P du DCP testé dans cette étude est très similaire à la valeur de 68,1% mesurée par Stahly et Lutz (2004).

**Tableau 3** - Valeurs de digestibilité (%) du phosphate

	DCP	MCP	CSP	ETR <sup>1</sup>	P-value <sup>1</sup>
<b>Digestibilité, %<sup>2</sup></b>	67,4 <sup>a</sup>	76,2 <sup>b</sup>	77,9 <sup>b</sup>	0,9	0,044

<sup>1</sup> Voir Tableau 2. <sup>2</sup> Les moyennes d'une même ligne portant des lettres différentes sont significativement différentes ( $P\text{-value} < 0,05$ ).

Les valeurs de digestibilité obtenues (Tableau 3) sont comparées à celles des tables INRA-AFZ (2007) en utilisant le MCP comme phosphate de référence pour le calcul de la VBR. Ainsi, les VBR pour le MCP, le CSP et le DCP sont estimées, respectivement, à 92, 94 et 81%. Notons que l'écart entre le DCP et le MCP est plus faible dans cet essai que celui rapporté dans les tables INRA-AFZ (2007) où le DCP a une VBR de 73%.

## CONCLUSION

Le CSP apporte un phosphate aussi digestible que le MCP et permet dès lors une meilleure maîtrise des rejets de phosphate dans l'environnement. Doté d'une teneur de 5% de sodium, il contribue à réduire l'emploi d'autres sources de sodium sans chlore. Il s'inscrit dans une stratégie de maîtrise du pouvoir tampon des aliments tout en permettant de concentrer les pré-mélanges et aliments.

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier G. Guillemois, R. Janvier, C. Jaeger, V. Piedvache et N. Mème de l'INRA Saint Gilles (France), UMR1348 PEGASE, pour leur collaboration technique.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Dourmad J.-Y., 1999. Détermination de la digestibilité de deux sources de phosphore minéral chez le porc. Journées Rech. Porcine, 31, 73-76.
- EMFEMA, 2002. Bioavailability of major and trace minerals. Bruxelles (Belgique) : EMFEMA Eds, Bruxelles, 113p.
- INRA-AFZ, 2007. Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage : porcs, volailles, bovins, ovins, caprins, lapins, chevaux, poissons. Sauvart D., Perez J.-M., Tran G., Coord., INRA Eds, Paris, 304 p.
- Stahly T.S., Lutz T.R., 2004. The digestibility of phosphorus in dicalcium phosphate in pigs. Animal Industry Report: AS650, ASL R1956.
- Zhai H., Adeola O., 2012. True total-tract digestibility of phosphorus in monocalcium phosphate for 15-kg pigs. J. Anim. Sci., 90, 98-100.