

# Effet de la teneur en phosphore digestible sur les performances zootechniques des porcs en engraissement

**L**a limitation des possibilités d'épandage du phosphore (P) d'origine organique sur les surfaces agricoles peut conduire à envisager, dans certains cas, la mise en place d'un procédé de traitement du lisier. Une alternative consiste à limiter au maximum les apports alimentaires de P. Cette démarche implique de connaître les limites minimales d'apport en P digestible, permettant d'optimiser les performances des porcs, sans affecter de manière trop sensible le processus de minéralisation des os.

L'essai zootechnique décrit ci-dessous vise à compléter les résultats déjà obtenus sur ce thème (Castaing et al., 2003, Ernandorena et al. 2008), et de contribuer ainsi à préciser les recommandations d'apport en P digestible pour le porc en croissance et finition.

## Matériels et méthodes

### Dispositif expérimental et mesures

L'essai a été réalisé en 2008 à la station expérimentale de Romillé (35). 288 porcs croisés (LWxLR)x(LWxP), logés en case de six et appartenant à deux bandes expérimentales sont utilisés. Les porcs sont mis en lots à l'entrée en engraissement sur la base de leur poids vif individuel (25 kg en moyenne). Les mâles castrés et les femelles sont élevés séparément. Les porcs sont pesés à jeun toutes les trois semaines. Toutes les quantités d'aliment distribuées sont pesées. Des échantillons sont prélevés toutes les semaines afin de constituer un échantillon représentatif des aliments distribués. Les porcs sont abattus en deux ou trois départs ; leurs caractéristiques de carcasse (poids carcasse chaude, épaisseurs de lard G2 et de muscle M2) sont relevées à l'abattoir.

### Composition et caractéristiques des aliments

L'aliment est granulé et distribué au nourrisseur. La conduite alimentaire de type biphasé Corpen (2003), est libérale jusqu'à l'abattage. Le changement d'aliment intervient lorsque le poids moyen de la case atteint 60 kg de

poids vif. Les aliments sont composés de trois céréales (blé, orge, maïs) et de tourteaux de soja et de colza (Tableau 1). La concentration énergétique est de 9,7 MJ d'énergie nette (EN) par kg. La teneur en lysine digestible est de 0,9 g par MJ EN en croissance et de 0,8 g en finition (digestibilité iléale standardisée, tables INRA-AFZ, 2004). Les teneurs en protéines sont de 16,5 % en croissance et 15,0 % en finition. Les équilibres entre acides aminés respectent le profil protéique recommandé (ITP, 2002) ; l'apport en méthionine, méthionine + cystine, thréonine et tryptophane digestibles représentent respectivement, au minimum, 30, 60, 65 et 19 % de la teneur en lysine digestible.

Les teneurs en P ne dépassent pas 4,8 g/kg en croissance et 4,4 g/kg en finition. L'apport en P digestible provient, en dehors des matières premières constitutives de base, de la combinaison d'une source minérale de P (phosphate bicalcique) et de 3-phytase microbienne (Natuphos®). La contribution en P digestible de chaque matière première est calculée sur la base des coefficients dP et dPphyt disponibles dans les tables INRA-AFZ (2004). L'apport permis par les phytases est calculé selon les indications de Jondreville (2004) et Gaudré et al. (2008).

L'apport en P digestible de l'aliment témoin (T1) est déterminé de manière à satisfaire largement les besoins des porcs : respectivement 2,90 et 2,30 g/kg en croissance et finition, soit 0,30 et 0,24 g de P digestible par MJ EN, pour des recommandations classiquement retenues,



## Résumé

L'essai zootechnique vise à contribuer à préciser les recommandations d'apport en P digestible pour le porc en croissance et finition.

La diminution de l'apport en P digestible conduit à l'absence d'effet sur les performances zootechniques pour deux des trois traitements alimentaires comparés. Une détérioration de la vitesse de croissance des porcs de l'un des trois traitements est constatée en période de croissance, mais ne l'est plus en période de finition. Les caractéristiques de carcasse ne sont pas affectées par les traitements expérimentaux. Les résultats tendent à montrer une incidence zootechnique faible pour une teneur en P digestible de 2,40 à 2,15 g/kg en croissance et de 1,95 à 1,80 g/kg en finition.

Une plus forte proportion de porcs à problèmes d'aplombs dans l'un des régimes incite à exploiter ces résultats avec prudence, compte tenu de l'importance du P dans le processus de minéralisation osseuse.

Didier GAUDRÉ

Cette étude a été financée par le CASDAR.



**Tableau 1 : Composition et caractéristiques des aliments expérimentaux**

Composition (kg/tonne)	Croissance				Finition			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Blé	409	408	403	400	462	467	468	469
Maïs	230	230	230	230	187	180	180	180
Orge	120	120	120	120	150	150	150	150
Mélasses de canne	23	22	29	33	20	25	25	25
Tourteau de soja	186	174	178	181	103	102	102	102
Tourteau de colza		18	14	11	52	53	53	53
Carbonate de Calcium	10,5	10,0	7,9	7,7	8,8	8,4	7,4	6,4
Phosphate bicalcique	7,5	3,9	4,1	3,3	2,7			
Sel	4	4	4	4	4	4	4	4
COV	4	4	4	4	4	4	4	4
Lysine liquide 50	4,6	4,7	4,6	4,6	5,1	5,2	5,2	5,2
Méthionine hydroxy analogue	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Thréonine pure	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
3-phytase Natuphos®	0,15	0,10	0,06	0,06	0,10	0,09	0,07	0,056
<b>Caractéristiques</b>								
MS (%)	86,4	86,3	86,2	86,2	86,4	86,3	86,2	86,2
CB (%)	3,1	3,2	3,2	3,2	3,4	3,4	3,4	3,4
MG (%)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0	2,0
Amidon (%)	46	46	45	45	48	48	48	48
MAT (%)	16,4	16,5	16,5	16,5	15,0	15,0	15,0	15,0
Cendres (%)	5,1	4,7	4,6	4,6	4,4	4,1	4,0	3,9
Lysine (g/kg)	9,8	9,8	9,8	9,8	8,8	8,9	8,9	8,9
Lysine dig. (g/kg)	8,7	8,7	8,7	8,7	7,8	7,8	7,8	7,8
Méthionine/Lys. dig. (%)	30	31	31	31	33	32	32	32
Méth.+Cystine/Lys. dig. (%)	61	62	62	62	67	67	67	67
Thréonine/Lys. dig. (%)	65	65	65	65	65	65	65	65
Tryptophane/Lys. Dig. (%)	19	19	19	19	19	19	19	19
Calcium (g/kg)	8,0	7,1	6,4	6,1	6,4	5,6	5,2	4,9
Phosphore (g/kg)	4,8	4,3	4,3	4,1	4,2	3,7	3,7	3,7
<b>P digestible (g/kg)</b>	<b>2,90</b>	<b>2,40</b>	<b>2,25</b>	<b>2,15</b>	<b>2,30</b>	<b>1,95</b>	<b>1,90</b>	<b>1,80</b>
<b>P dig./ MJ EN (g/MJ)</b>	<b>0,30</b>	<b>0,25</b>	<b>0,23</b>	<b>0,22</b>	<b>0,24</b>	<b>0,20</b>	<b>0,19</b>	<b>0,18</b>
Ca/Pdig. (g/g)	2,8	3,0	2,9	2,9	2,8	2,9	2,8	2,7
EN (MJ/kg)	9,71	9,71	9,71	9,71	9,72	9,72	9,73	9,74

s'établissant à 2,5 et 2,0 g/kg de P digestible en croissance et finition (Castaing et al., 2003). Les teneurs en P digestible des aliments expérimentaux sont progressivement diminuées : respectivement pour T2, T3 et T4, 2,40, 2,25 et 2,15 g/kg de P digestible en croissance, 1,95, 1,90 et 1,80 g/kg en finition.

### Analyse statistique

Les performances de croissance et les caractéristiques de carcasse sont comparées par analyse de variance. Le modèle d'analyse des performances de croissance inclut les effets du traitement alimentaire, du sexe, de la bande, du

bloc intra bande et l'interaction entre traitement et sexe. L'unité expérimentale est la case. Pour les caractéristiques de carcasse, l'unité expérimentale considérée est la carcasse. Le modèle inclut dans ce cas, les effets du traitement alimentaire, du sexe, de la bande et l'interaction entre traitement et

**Tableau 2 : Dosages des teneurs en phosphore (g/kg) et mesures de l'activité phytasique (UP/kg) des aliments expérimentaux**

		Teneurs attendues		Teneurs analysées			
				Bande 1		Bande 2	
		Phosphore	Act. Phyt.	Phosphore	Act. Phyt.	Phosphore	Act. Phyt.
Croissance	T1	4,8	750	4,8	1320	4,3	1170
	T2	4,3	500	4,3	900	4,2	980
	T3	4,3	300	4,3	660	4,2	720
	T4	4,1	300	4,4	800	3,9	660
Finition	T1	4,2	500	4,3	990	4,1	800
	T2	3,7	450	4,0	980	3,5	710
	T3	3,7	350	4,1	820	3,5	760
	T4	3,7	280	4,1	830	3,4	630

sexe ; le poids de carcasse est pris en compte en tant que co-variable. Les comparaisons de moyennes entre traitements alimentaires sont réalisées à l'aide du test de Tukey.

## Résultats

### Analyse des aliments

L'analyse de la composition chimique des aliments expérimentaux des deux bandes a été réalisée. Les dosages de matière sèche, cellulose brute, matière grasse, matières minérales, matières azotées totales, lysine libre et P sont conformes aux teneurs attendues. Le tableau 2 présente les teneurs en P et l'activité phytasique mesurées. Il apparaît que l'activité phytasique mesurée est supérieure à celle attendue, même en tenant compte d'une éventuelle surconcentration de la phytase microbienne utilisée. Il est donc supposé qu'une activité phytasique végétale a persisté malgré la granulation. En l'estimant par simple différence entre l'activité phytasique mesurée de l'aliment et celle due à l'incorporation de phytase microbienne, cette activité phytasique végétale tend à représenter, en moyenne, 300 unités phytasiques (UP) par kg d'aliment. Le calcul de la teneur en P digestible des aliments tient compte de

la présence de cette activité. Ainsi, les valeurs des coefficients de digestibilité fécale apparente des tables INRA-AFZ (2004) avec phytases végétales (dPphyt) sont retenues pour déterminer la contribution de chaque matière première. D'autre part, il a été tenu compte d'une moindre activité apparente des phytases microbiennes en présence de 300 UP/kg de phytases végétales, selon les indications précisées par Gaudré et al. (2008).

### Etat sanitaire des animaux

Le taux de mortalité observé au cours de cet essai est de 3,9 %, auquel il faut ajouter 1,0 % de porcs retirés de l'essai. La répartition par traitement de ces porcs est la suivante : 5,6, 1,4, 6,9 et 5,6 % respectivement pour les traitements T1, T2, T3 et T4. D'autre part, un bilan des porcs présentant des problèmes d'aplombs a été effectué. Les fréquences observées par traitement sont les suivantes : 0, 1,4, 9,7 et 2,8 % respectivement pour les traitements T1, T2, T3 et T4 sur un effectif de 72 porcs par traitement. Compte tenu de la disparité de ces chiffres, l'origine parentale de ces porcs a été considérée. Il s'avère que la majorité des porcs présentant ces problèmes est issue de deux verrats, dont 7 cas sur 10 concernent l'un de ces

verrats. Pour le traitement T3, ce verrat représente 5 cas sur 7. Bien qu'il n'ait pas été tenu compte de ce critère pour la mise en lots, les descendants de ces deux verrats sont représentés de manière relativement uniforme, parmi les quatre traitements alimentaires : respectivement 25, 25, 27 et 19 porcs issus du premier verrat, pour les traitements T1, T2, T3 et T4, tandis que les effectifs sont respectivement, de 22, 26, 26 et 26 porcs pour le second verrat.

### Performances zootechniques

Quatre porcs avec problème d'aplomb, présentent des vitesses de croissance particulièrement faibles (inférieure à la moyenne moins 3 écart-types). Cela concerne 3 porcs en période de croissance, dont 2 du traitement T3 et 1 du traitement T4 ; ils ont été retirés de l'essai à l'issue de cette période. Le quatrième animal est un porc du traitement T3 en période de finition. Ces porcs ont été retirés de l'analyse de la vitesse de croissance. Les performances zootechniques par traitement sont présentées dans le tableau 3.

En période de croissance, la vitesse de croissance des porcs du traitement T3 est significativement plus

*Un bilan des porcs présentant des problèmes d'aplombs a été effectué.*

*La majorité des porcs présentant ces problèmes est issue de deux verrats.*

**Tableau 3 : Comparaison des performances zootechniques et des caractéristiques de carcasse**

	T1	T2	T3	T4	Effets <sup>(1)</sup>	CVe (%)
<b>Croissance</b>						
CMJ (kg/j)	1,90a	1,86ab	1,82b	1,83ab	T*, S**, BI**	3,7
GMQ (g/j)	877a	853ab	830b	863ab	T*, S**, B**	4,1
IC (kg/kg)	2,16	2,18	2,22	2,14	B*	4,3
<b>Finition</b>						
CMJ (kg/j)	2,51	2,52	2,55	2,54	S**, B**, BI*	5,1
GMQ (g/j)	888	882	886	893	S**	5,5
IC (kg/kg)	2,86	2,89	2,92	2,87	TxS*, S**, B*, BI**	3,2
Poids vif abattage (kg)	115,0	114,7	114,4	114,8	S**	2,6
<b>Caractéristiques de carcasse</b>						
Rendement (%)	80,0	79,9	79,6	79,7	TxS*, Pc**	2,0
Ep. Lard G2 (mm)	14,3	14,7	14,3	14,8	S**, Pc**	17,3
Ep. Maigre M2 (mm)	61,2	60,9	60,4	60,1	S*, B** Pc**	7,8
TMP (%) <sup>(2)</sup>	60,6	60,2	60,5	60,0	S**, Pc**	3,5

(1) Effet du traitement (T), du sexe (S), de la bande (B), du bloc (BI) de l'interaction entre traitement et sexe (TxS) et du poids carcasse (Pc).  
\*:P<0.05, \*\*:P<0.01

(2) TMP : taux de muscle des pièces,  $62,19 - 0,729 \times G2 + 0,144 \times M2$

faible que celle des porcs du traitement T1, alors que les vitesses de croissance des porcs des traitements T2 et T4 ne sont pas différentes entre elles, mais également des traitements T1 et T3 (Tableau 3). Le constat est identique pour les données de consommation journalières d'aliment : 1,90, 1,86, 1,82 et 1,83 kg/j respectivement pour les traitements T1, T2, T3 et T4. En revanche, les indices de consommation ne sont pas significativement différents au cours de cette période.

En période de finition, la consommation d'aliment et la vitesse de croissance journalière ne sont pas significativement différentes entre traitements (Tableau 3). L'interaction entre traitement et sexe est significative pour l'indice de consommation. La comparaison des moyennes par sexe et par traitement indique que l'indice de consommation des femelles du traitement T3 tend (P=0,06) à être plus élevé que celui des femelles du traitement T4 (2,87 et 2,70 kg/kg respectivement).

Les épaisseurs de lard et de maigre ne sont pas significativement

différentes entre traitements (Tableau 3). De ce fait, le taux de muscle estimé des carcasses (TMP) calculé sur la base des mesures G2 et M2 ne diffère pas significativement selon le traitement. L'interaction entre traitement et sexe est significative pour le rendement carcasse, mais sans que le test de comparaison des moyennes ne révèle de différence significative.

## Discussion

La diminution de l'apport en P digestible telle qu'envisagée dans cet essai conduit à l'absence d'effet sur les performances zootechniques pour deux des trois traitements alimentaires comparés (T2 et T4). En revanche, une détérioration significative de la vitesse de croissance des porcs de l'un des trois traitements étudiés (T3) est observée. Celle-ci est constatée en période de croissance (de 25 à 60 kg de poids vif), mais ne l'est plus en période de finition. Dans tous les cas, les caractéristiques de carcasse ne sont pas affectées par les traitements expérimentaux.

Au bilan, l'incidence de la variation de la teneur en P digestible apparaît faible dans cet essai. Ce résultat confirme en partie celui obtenu par Ernandorena et al. (2008) dans d'autres conditions d'élevages, avec un aliment présenté en farine et sur des porcs de type génétique différents : de 2,25 à 2,05 g de P digestible par kg d'aliment en croissance, et de 1,85 à 1,65 g par kg en finition.

Cependant, le fait qu'il soit noté **une fréquence plus élevée de porcs présentant des problèmes d'aplombs pour le traitement T3**, doit nous amener à exploiter ces résultats avec prudence. Les moyens d'investigation de cet essai ont été limités aux performances zootechniques. Ainsi, la résistance des os à la rupture n'a pas été mesurée. D'autre part, une plus grande susceptibilité de certains individus et/ou de leurs descendants, est probable, comme semble l'indiquer la prédominance de l'implication d'un verrat dans les cas de porcs présentant des problèmes d'aplombs, et notamment pour ceux du traitement T3. Il reste toutefois diffi-

**Les caractéristiques de carcasse ne sont pas affectées par les traitements expérimentaux.**

cile de se prononcer quant à l'influence de ce phénomène, sur la moindre performance constatée des porcs de ce traitement expérimental.

Enfin, **la présence imprévue d'une activité phytasique végétale résiduelle élevée, après granulation** (en moyenne 300 UP/kg), **est importante à souligner**. Le calcul initial des formules supposait la destruction de l'activité phytasique végétale des matières premières liée à la granulation des aliments et donc dans ce cas, l'utilisation des coefficients de digestibilité fécale apparente, sans phytases végétales (dP), des tables INRA-AFZ (2004). De même, les équivalences d'apport en P digestible, par g de 3-phytase Natuphos® ajouté suivaient les recommandations de Jondreville (2004). La présence d'une activité phytasique végétale non négligeable a amené à recalculer les teneurs en P digestible. En effet, on considère que les activités

des phytases microbiennes et végétales ne se cumulent pas (Jondreville et Dourmad, 2005). Ainsi Johansen et Poulsen (2003) décrivent un profil d'activité des phytases microbiennes différent lorsque le régime est à base de maïs ou de céréales à paille.

D'autre part, la contribution des matières premières est estimée sur la base des coefficients de digestibilité avec phytase végétale disponibles dans les tables INRA-AFZ (2004) pour les céréales à paille et leurs co-produits. Les calculs effectués avec ces éléments aboutissent à des valeurs proches ou supérieures (+ 0,1 g/kg en moyenne), à celles initialement déduites, à partir d'une activité phytasique végétale nulle des régimes. Cette constatation conforte l'usage qui peut être fait en formulation, de ne pas tenir compte de l'activité phytasique végétale des aliments, celle-ci représentant ainsi une marge de sécurité supplémentaire.

## Conclusion

Ces résultats confirment une partie des résultats récemment obtenus, dans des conditions d'élevage et pour un type génétique différents (Ernandorena et al., 2008). Ils tendent à montrer **une incidence zootechnique faible pour une teneur en P digestible de 2,40 à 2,15 g/kg en croissance et de 1,95 à 1,80 g/kg en finition**.

Malgré tout, une plus forte proportion de porcs à problème d'aplomb dans l'un des régimes conduit à renouveler ces expérimentations en veillant à accentuer nos moyens d'investigation, notamment sur la qualité des aplombs, compte tenu de **l'importance du P dans la minéralisation osseuse**. D'autre part, le fait que cet essai ait été réalisé en conditions d'alimentation libérales a pu limiter les écarts entre traitements expérimentaux. Enfin, il serait également utile d'évaluer la pertinence de ces résultats pour des concentrations énergétiques différentes des régimes. ■

*En formulation, ne pas tenir compte de l'activité phytasique végétale des aliments est possible, celle-ci représentant ainsi une marge de sécurité supplémentaire.*

*L'auteur de cette étude tient à remercier F. Montagnon et T. Mener (Cooperl Arc Atlantique) pour leur collaboration à la définition de ce protocole et à la fabrication des aliments expérimentaux.*

## Références bibliographiques

- Castaing J., Paboef F., Skiba F., Chauvel J., Cazaux J.G., Milgen J., Jondreville C., 2003. Estimation du besoin en phosphore digestible apparent du porc charcutier : synthèse d'essais zootechniques effectués au cours des dix dernières années. Journées Rech. Porcine, 35, 47-54.
- CORPEN, 2003. Estimation des rejets d'azote, phosphore, potassium, cuivre et zinc des porcs. Influence de la conduite alimentaire et du mode de logement des animaux sur la nature et la gestion des déjections produites. Comité d'orientation pour des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement, France.
- Ernandorena V., Gaudré D., Granier R., 2008. Quelle teneur en phosphore digestible alimentaire retenir pour le porc en phases de croissance et de finition ? Journées de la Recherche Porcine, 40, 191-196.
- Gaudré D., Alibert L., Quiniou N., Royer E., 2008. Recommandations et calcul de l'apport en phosphore digestible par les matières premières et les phytases. Techniporc, Vol. 31, N°5, 33-39.
- ITP, ITCF, ADAESO, CETIOM, UNIP (2002). Tables d'alimentation pour les porcs.
- INRA-AFZ, 2004. Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage. D. Sauvant, J.-M. Perez and G. Tran. (Eds). Editions INRA Paris, France.
- Johansen K., Poulsen H.D., 2003. Substitution of inorganic phosphorus in pig diets by microbial phytase supplementation-a review. Pig news and information, 24(3), 77N-82N.
- Jondreville C., 2004. Calculer la teneur en P digestible apparent d'un aliment porc à partir des valeurs fournies dans les tables INRA-AFZ. Addendum 04/2004.
- Jondreville C., Dourmad J.Y., 2005. Le phosphore dans la nutrition des porcs. INRA Prod. Anim. 18(3), 183-192.