

## **Quelle teneur en phosphore digestible alimentaire retenir pour le porc en phases de croissance et de finition ?**

Virginie ERNANDORÉNA (1), Didier GAUDRÉ (2), Robert GRANIER (1)

IFIP-Institut du porc, (1) station expérimentale porcine, 12200 Villefranche de Rouergue  
(2) BP 35104, 35601 Le Rheu Cedex

*virginie.ernandorena@ifip.asso.fr*

*avec la collaboration technique du personnel de la station de Villefranche de Rouergue.*

### **Quelle teneur en phosphore digestible alimentaire retenir pour le porc en phase de croissance et finition ?**

Cette étude vise à évaluer l'incidence zootechnique, de teneurs variables en phosphore (P) digestible de l'aliment croissance-finition, dans des conditions de disponibilité des matières premières couramment rencontrées en élevage. La teneur en P digestible de l'aliment Témoin, déterminée selon l'approche factorielle appliquée aux performances zootechniques d'une bande d'engraissement précédente, s'élève à 2,25 g/kg en croissance et à 1,85 g/kg en finition. Les teneurs en phosphore digestible des traitements Bas et Tbas représentent respectivement, 90 et 80 % de celles du traitement Témoin. Les teneurs du traitement Haut sont supérieures au traitement Témoin, l'objectif étant de s'assurer que ce dernier permet bien de maximiser les performances. Les teneurs comparées sont, respectivement pour les traitements Tbas, Bas, Témoin et Haut : 1,80, 2,05, 2,25 et 2,60 g/kg en croissance, et 1,50, 1,65, 1,85, et 2,00 g/kg en finition. Une variation notable de la teneur en P digestible alimentaire conduit à des différences faibles sur le plan zootechnique. Cependant en deçà de 90 % des besoins estimés, le risque de détériorer les performances s'accroît. Le modèle d'estimation du besoin en P digestible utilisé permet de déterminer les besoins des porcs charcutiers, à condition de disposer du niveau de performances des animaux. En élevage, ces données sont, en général, peu disponibles, il est donc plus courant de conseiller des teneurs moyennes susceptibles de satisfaire les besoins dans la majorité des cas. Nos résultats indiquent que la teneur en P digestible des aliments doit se situer entre 0,21 et 0,23 g/MJ EN en croissance et 0,17 et 0,19 g/MJ EN en finition.

### **Which digestible phosphorus requirements for growing and finishing pigs ?**

Different digestible phosphorus contents in growing and finishing diets were compared in agreement with usual on-farm conditions and in the context of the feedstuff availability in France. The digestible phosphorus level in the control diet was determined according to the factorial approach of requirements, applied to consumption and daily gain curves obtained from a previous batch. These levels were 2.25 and 1.85 g/kg in the growing and the finishing periods, respectively. Three experimental diets, two with a lower content (90 and 80% of these control levels) and one with a higher content (above 110%) were compared to the control diet. The changes in dietary phosphorus content had a limited impact on pig performance during growing and finishing periods. However, according to our results, the risk to reduce performances was higher when the supply decreased below 90% of the estimated requirements. The assessment model of digestible phosphorus requirements used in this study allows a precise determination of pig's requirements during growing and finishing periods. However, the use of this method in practice, requires knowing precisely pigs performances and intake, which is often difficult to obtain. It is why it is still common to advice the use of average recommendations to satisfy pigs requirements. It can be concluded from our study that the optimum contents vary between 0.21 and 0.23 g/MJ net energy in growing period and 0.17 and 0.19 g/MJ net energy in finishing period.

## INTRODUCTION

Le phosphore (P) constitue pour la production porcine, un enjeu environnemental important, mais il représente également une contrainte dans le coût de revient des aliments, notamment lors de l'application des recommandations du Corpen (2003).

Les travaux conduits ces dernières années ont contribué à progresser dans la connaissance des besoins des porcs, grâce à l'approche factorielle décrite par Jondreville et Dourmad (2005), ainsi que dans celle de la contribution réelle des matières premières, avec la détermination de coefficients de digestibilité apparents du P contenu dans les principales matières premières utilisées (INRA-AFZ, 2004).

Connaissant le poids vif, la vitesse de croissance et la consommation à un instant donné, l'approche factorielle permet de définir l'apport journalier de P digestible conseillé pour ne pas limiter les performances. En élevage, ces données ne sont pas disponibles, et il est alors courant de conseiller des teneurs moyennes, supposées satisfaire les besoins dans un grand nombre de situations, bien que cette méthode soit vraisemblablement à l'origine d'un surcoût alimentaire.

Ainsi, les recommandations actuelles de l'IFIP-Institut du porc s'appuient sur les résultats de Castaing et al. (2003) obtenus à partir de 17 essais conduits en station et sont exprimées en g de P digestible par kg d'aliment (respectivement en croissance et finition, 2,5 et 2,0 g/kg). Compte tenu de la variabilité de la concentration énergétique des aliments, il serait plus logique d'exprimer ces recommandations sous la forme d'un ratio entre teneur en P digestible et unité d'énergie nette. Les données de Jondreville (2002), donnent des indications sur ce point, mais l'auteur conclut à l'insuffisance de données expérimentales.

Cette étude vise, à évaluer l'incidence zootechnique, de teneurs variables en P digestible de l'aliment distribué à des porcs en croissance-finition, dans des conditions de disponibilité des matières premières couramment rencontrées dans la pratique. Ainsi, dans cet essai, la teneur en P digestible des aliments expérimentaux, est déterminée par la somme de la contribution du phosphate minéral, de la phytase microbienne et du P digestible des céréales et des tourteaux, en tenant compte des phytases endogènes provenant des céréales à paille.

## 1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

L'expérimentation a été conduite au cours du premier semestre de 2007, dans le bâtiment Eole de la station de l'IFIP-institut du porc, située à Villefranche de Rouergue.

### 1.1. Schéma expérimental

Les porcelets sont issus de croisements entre verrats de type génétique P76 et de truies provenant du schéma de sélection PIC. Le bâtiment d'engraissement est composé de 4 salles indépendantes et identiques, comprenant chacune 8 cases de 5 porcs.

La mise en lots (160 porcelets) est effectuée en sortie de post-sevrage, à un âge et à un poids vif moyens respectifs, de

10 semaines et 29,6 kg. Elle tient compte du poids vif individuel, du sexe des animaux et du traitement expérimental reçu en post-sevrage. Quatre blocs sont constitués selon le poids vif individuel des porcelets. Le sol des cases est de type caillebotis intégral béton et la ventilation est réalisée par extraction basse. La surface allouée par animal s'élève à 0,68 m<sup>2</sup>. Les mêmes consignes de ventilation sont appliquées dans les quatre salles afin d'obtenir des conditions d'ambiance comparables. Chaque salle est équipée de deux caniveaux à lisier, les animaux de même sexe étant élevés sur le même caniveau.

### 1.2. Aliments expérimentaux

Le niveau d'apport témoin théorique a été déterminé sur la base de performances zootechniques moyennes observées sur une bande d'engraissement précédente, au cours de laquelle ont été relevées quotidiennement les consommations d'aliment et mesurées toutes les deux semaines les vitesses de croissance. Selon l'approche factorielle appliquée à ces données (Jondreville et Dourmad, 2005), le besoin estimé en phosphore digestible par kg d'aliment, varie de 2,8 à 2,1 g entre 30 et 60 kg de poids vif, et est égal en moyenne sur cette période à 2,25 g/kg. Entre 60 et 110 kg de poids vif, ce besoin varie de 1,8 à 2,1 g/kg et équivaut en moyenne à 1,85 g/kg. Ces valeurs moyennes sont retenues pour les aliments Témoin croissance et finition. Les teneurs en phosphore digestible des traitements alimentaires Bas et Tbas représentent respectivement, 90 et 80 % de celles définies pour le traitement Témoin. Les teneurs en phosphore digestible du traitement Haut sont supérieures à celles du traitement Témoin, l'objectif étant de s'assurer que ce dernier permet bien de maximiser les performances. Ainsi, les teneurs respectives en phosphore digestible des aliments expérimentaux Tbas, Bas, Témoin et Haut sont égales à : 1,80, 2,05, 2,25 et 2,60 g/kg pour la phase de croissance, et 1,50, 1,65, 1,85, et 2,00 g/kg pour la phase de finition (Tableau 1).

La composition des aliments est déterminée suivant le principe de formulation au moindre coût (Porfal, 2003). Des minima d'incorporation pour le maïs, l'orge et le tourteau de colza sont introduits, afin de maintenir la diversité de matières premières souhaitée, ce qui explique que trois céréales et deux tourteaux soient systématiquement présents dans tous les aliments. De plus, de la phytase microbienne (3-phytase obtenue à partir d'*Aspergillus niger*) est également utilisée mais son taux d'introduction est limitée à 300 UP/kg. Enfin, le phosphate bicalcique complète l'apport en P digestible. La contribution liée à l'activité phytasique endogène de l'orge et du blé est calculée en prenant pour base les coefficients de digestibilité du phosphore (dPphy) des tables INRA-AFZ (2004). Il est vérifié que la quantité de phosphore digestible provenant de l'activité endogène n'excède pas 0,4 g/kg (Jondreville, 2004). L'apport de phytase microbienne est également pris en compte sur la base de l'équivalence suivante : 0,54 g de P digestible pour 300 UP (Jondreville, 2004). La digestibilité du P du phosphate bicalcique est considérée égale à 65 % (Tables INRA-AFZ, 2004). La phytase microbienne n'est pas introduite dans les aliments expérimentaux à teneur en P digestible faible (croissance Tbas, finition Témoin, Bas et Tbas) afin de respecter le taux minimal d'incorporation fixé par la réglementation (280 UP/kg). Les teneurs en calcium représentent 2,9 fois la teneur en phosphore digestible, selon les recommandations de Jongbloed et al. (1999) proposées pour le porc en croissance. La

Tableau 1 - Composition et caractéristiques des aliments expérimentaux

	Croissance				Finition			
	Tbas	Bas	Témoin	Haut	Tbas	Bas	Témoin	Haut
	<b>Composition (kg/t)</b>							
Maïs	300	300	300	300	200	200	200	226
Blé	169	184	205	240	313	328	349	321
Orge	282	266	243	205	312	295	272	270
Tourteau de soja	171	171	171	170	104	104	104	108
Tourteau de colza	50	50	50	50	50	50	50	50
Carbonate de calcium	7,9	10,3	10,5	11,4	7,35	7,9	8,1	11,3
Phosphate bicalcique	2,70	1,00	2,80	5,90	0,65	2,00	3,80	0,45
Huile de soja	5	5	5	5	-	-	-	-
COV + sel	9	9	9	9	9	9	9	9
Acides aminés	3,40	3,40	3,40	3,40	4,00	4,10	4,10	3,95
Pré-mélange de 3-phytase <sup>(1)</sup>	-	0,3	0,3	0,3	-	-	-	0,3
	<b>Caractéristiques nutritionnelles attendues (g/kg)</b>							
Matière sèche	878	878	878	878	873	873	873	873
Cellulose brute	40	39	39	38	38	38	37	37
Matières grasses	28	28	28	28	21	21	21	21
Protéines	164	164	164	164	149	149	149	149
Cendres	45	45	47	50	40	41	43	43
Lysine digestible	8,7	8,7	8,7	8,7	7,8	7,8	7,8	7,8
Energie nette (MJ/kg)	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7
Calcium	5,1	5,6	6,1	7,2	4,3	4,8	5,3	5,7
Phosphore total	4,4	4,1	4,4	4,9	3,9	4,1	4,4	3,9
<b>Phosphore digestible</b>	<b>1,80</b>	<b>2,05</b>	<b>2,25</b>	<b>2,60</b>	<b>1,50</b>	<b>1,65</b>	<b>1,85</b>	<b>2,00</b>
Activité Phytasique (UP <sup>(2)</sup> /kg)	240	538	535	531	319	317	314	601
P digestible/EN (g/MJ)	0,19	0,21	0,23	0,27	0,15	0,17	0,19	0,21

<sup>(1)</sup> pré-mélange contenant 20 % de 3-phytase

<sup>(2)</sup> UP : unités phytasiques

concentration énergétique de tous les aliments est de 9,7 MJ EN par kg. Les teneurs en lysine digestible par MJ d'énergie nette, sont de 0,9 et 0,8 g respectivement, en croissance et en finition. Les teneurs en méthionine, méthionine + cystine, thréonine et tryptophane digestibles représentent respectivement 30, 60, 65 et 19 % de la teneur en lysine digestible. Les aliments sont distribués en farine à l'auge, en essayant de maintenir les animaux proches de l'à volonté jusqu'à un plafond, de 2,85 kg d'aliment par animal et par jour pour les castrats, et de 2,65 kg/j pour les femelles. A partir de 100 kg de poids vif, ces plafonds sont portés à 2,9 et 2,7 kg/j respectivement, pour les castrats et les femelles. Le passage à l'aliment finition est effectué lorsque le poids moyen des porcs de la case atteint 60 kg.

### 1.3. Mesures et analyses

Les animaux sont pesés individuellement, après une mise à jeun, lors de l'entrée en engraissement, puis toutes les deux semaines.

Les quantités d'aliment distribuées par case sont pesées quotidiennement. Les aliments sont fabriqués par l'atelier de fabrication de la station expérimentale. Au cours des fabrications, des échantillons d'aliments représentatifs sont prélevés. L'analyse de ces échantillons a permis de vérifier la conformité des fabrications sur le plan des teneurs des principaux constituants. Les valeurs obtenues pour les dosages de P, calcium et la mesure de l'activité phytasique sont présentées dans le tableau 2. La correspondance entre valeurs attendues et analysées est satisfaisante pour le calcium et le P, cependant l'activité phytasique mesurée est supérieure à celle attendue pour les aliments croissance Haut, croissance Témoin, croissance Bas et finition Haut. Le lot de blé et le pré-mélange de 3-phytase utilisés ne permettent d'expliquer qu'une partie de ces écarts.

Les porcs ont été abattus en deux lots à 7 jours d'intervalle. A l'abattage sont relevées les caractéristiques de carcasse suivantes : le poids de carcasse chaude, les épaisseurs de gras G1 et

Tableau 2 - Teneurs analysées en calcium, phosphore et activité phytasique selon le régime expérimental

	Croissance				Finition			
	Tbas	Bas	Témoin	Haut	Tbas	Bas	Témoin	Haut
Calcium (g/kg)	5,4	5,9	6,8	8,2	4,1	4,8	5,1	5,3
Phosphore (g/kg)	4,1	3,9	4,1	4,7	4,0	4,2	4,4	3,8
Activité Phytasique (UP/kg)	322	721	771	890	359	375	381	854

G2, l'épaisseur de muscle M2. Le taux de muscle des carcasses est estimé selon la méthode TMP (Taux de muscle des pièces). A l'abattoir, 40 métacarpes sont prélevés pour analyse de leurs teneurs en matière sèche et en cendres, à raison de 5 porcs par sexe et par traitement alimentaire. Les carcasses choisies pour ce prélèvement sont déterminées avant le départ à l'abattoir, en prenant pour critère le poids vif des animaux, et en veillant à l'homogénéité de ce critère entre traitements.

Les observations sanitaires sont enregistrées en cours d'essai. Les causes de mortalité, ou de retrait des animaux sont notées.

Le lisier est stocké dans les caniveaux pendant la durée totale de l'essai. Après le départ des animaux, le lisier est volumé et échantillonné. Le poids total de lisier produit est calculé en considérant sa densité égale à 1,04 kg/l. L'échantillonnage est effectué à partir de carottages effectués dans les cuves d'homogénéisation prévues à cet effet. Les teneurs en matière sèche, azote, phosphore et potassium sont analysées.

#### 1.4. Analyse statistique

Les données sont comparées par analyse de variance avec pour unité expérimentale, la case. Le modèle employé prend en compte les effets du traitement alimentaire, du sexe, du bloc et de l'interaction entre traitement et sexe pour l'ensemble des performances zootechniques mesurées. Seuls les effets du traitement alimentaire et du sexe servent à la comparaison de la teneur en cendres des métacarpes.

## 2. RÉSULTATS

Quatre porcs, dont deux appartenant au traitement Tbas, un au traitement Bas et un au traitement Témoin, ont été retirés en cours d'essai en raison de croissance très faible.

### 2.1. Performances zootechniques et caractéristiques de carcasse

Les vitesses de croissance et les consommations moyennes journalières obtenues par traitement alimentaire, ne sont pas significativement différentes quelle que soit la période considérée (Tableau 3). L'indice de consommation ne diffère également pas significativement selon les traitements au cours de la période de croissance. En finition, l'interaction entre traitement alimentaire et sexe est significative ( $P=0,02$ ). L'indice de consommation des mâles castrés du traitement Tbas est significativement plus élevé que celui des mâles castrés du traitement Haut (respectivement 3,30 et 3,05 kg/kg), alors qu'aucune différence significative n'apparaît pour les femelles. Les caractéristiques de carcasses mesurées ne présentent pas de différence significative selon les traitements.

### 2.2. Les paramètres osseux

La teneur en cendres des métacarpes externes, exprimée en pourcentage de matière sèche, est présentée au tableau 4. Elle ne diffère pas selon le traitement alimentaire. Dans notre étude, les teneurs en cendres des os des castrats (39 %) sont inférieures à celles des femelles (40 %).

**Tableau 3 - Performances zootechniques et caractéristiques de carcasse selon les régimes expérimentaux**

Régimes expérimentaux	Tbas	Bas	Témoin	Haut	Effets <sup>(1)</sup>	Cv <sup>(2)</sup>
Poids initial (kg)	29,6	29,6	29,6	29,6	B**, S**	0,9
<b>Phase de croissance</b>						
Poids (kg)	57,0	57,6	57,5	57,5	B**	1,7
GMQ (g/j)	948	966	961	960	B**	3,3
CMJ (g/j)	2,02	2,03	2,03	2,03	B**	1,3
IC (kg/kg)	2,17	2,10	2,11	2,11		2,8
<b>Phase de finition</b>						
Poids (kg)	112,9	114,6	113,5	113,0	S*, B**	1,6
GMQ (g/j)	872	900	880	877	S**	3,3
CMJ (g/j)	2,69	2,69	2,69	2,68	S**, B**	0,7
IC (kg/kg) castrats	3,30 a	3,14 ab	3,15 ab	3,05 b	S**, T×S*	3,1
IC (kg/kg) femelles	2,98 b	2,89 b	3,00 b	3,08 ab		
<b>Ensemble</b>						
GMQ (g/j)	893	921	906	903	S**	2,9
CMJ (g/j)	2,48	2,48	2,48	2,48	S**, B**	0,7
IC (kg/kg)	2,81	2,71	2,75	2,75	S**	2,6
<b>Caractéristiques de carcasse</b>						
Rendement chaud (%)	78,6	79,0	79,3	79,0		0,7
TMP (%)	58,4	58,3	58,5	58,4	S**	1,6
G1 (mm)	19,3	19,1	18,0	18,9	S*	7,8
G2 (mm)	15,6	16,2	15,5	16,1	S**	9,0
M2 (mm)	57,9	58,2	56,1	58,1	S*	5,1

<sup>(1)</sup> T: traitement, S: sexe, B: bloc, \*:  $p < 0,05$ , \*\*:  $p < 0,01$

<sup>(2)</sup> Coefficient de variation résiduelle (%)

**Tableau 4 - Comparaison de la minéralisation osseuse selon les régimes**

Régimes expérimentaux	Tbas	Bas	Témoin	Haut	Effets <sup>(1)</sup>	CV <sup>(2)</sup>
Poids moyen d'abattage des porcs prélevés (kg)	114,3 ±1,8	114,7 ±2,6	114,4 ±1,3	114,9 ±1,1		1,7
Teneur en cendres (% sur sec)	39,1	39,3	40,0	40,5	S*	3,8

<sup>(1)</sup> S : sexe, \* :  $p < 0,05$

<sup>(2)</sup> Coefficient de variation résiduelle

### 2.3. Composition des rejets

Les rejets en N, K et P sont exprimés par porc produit entre 30 et 112 kg de poids vif et sont présentés dans le tableau 5. Le rejet en N apparaît plus élevé pour les porcs du traitement Tbas (2,77 kg/porc) comparativement à ceux des trois autres traitements. Ce rejet plus important est à attribuer en grande partie aux mâles castrés, qui présentent un rejet en N en moyenne, supérieur de 10 % à ceux des autres traitements : 2,97, 2,73, 2,72 et 2,61 kg/porc, respectivement pour les traitements Tbas, Bas, Témoin et Haut. Le rejet en K est similaire pour les quatre traitements expérimentaux. Le rejet en P diffère peu selon les traitements. Toutefois, des différences semblent exister entre les traitements Haut (0,44 kg/porc) et les traitements Tbas et Témoin (0,49 kg/porc). De plus, il est possible de relier ces différences à la quantité de P non digestible ingérée, déduite des quantités respectives de P total et digestible ingérées : les rejets les plus élevés étant ceux pour lesquels la quantité de P non digestible ingérée est la plus forte (traitements Tbas et Témoin). Des écarts sont notés entre la mesure du rejet en P, et l'estimation de l'excrétion par les porcs, basée sur l'équation proposée par Jondreville et Dourmad (2005). L'estimation de l'excrétion est systématiquement plus élevée, notamment pour les traitements Haut et Témoin (0,09 et 0,10 kg/porc respectivement).

### 3. DISCUSSION

Le fait que l'activité phytasique des aliments expérimentaux soit parfois plus élevée que prévue est à prendre en compte. Cependant, ce problème concerne davantage les traitements Haut et Témoin, et contribue donc à accroître leurs teneurs respectives réelles en P digestible. Dans la mesure où ces aliments constituent les traitements de référence, pour lesquels l'objectif est de satisfaire les besoins de l'animal, les conséquences d'une activité phytasique plus forte dans ce cas restent limitées. Par contre, au cours de la phase de croissance, il est possible que le traitement Bas ait présenté une teneur en P digestible supérieure à la valeur attendue en raison d'une activité phytasique plus élevée (+180 UP), ceci contribuant peut être à diminuer les éventuelles différences avec les traitements Témoin et Haut.

L'incidence sur les performances de fortes variations de la teneur en P digestible de l'aliment distribué en engraissement est faible. Seuls les mâles castrés, recevant 80 % du besoin théorique calculé, présentent une dégradation significative de leur efficacité alimentaire, s'accompagnant d'un rejet en N plus élevé, mais leurs performances de croissance et les caractéristiques de leurs carcasses ne sont pas affectées. Ce résultat est en accord avec les observations de Pomar et al. (2006), qui n'observent aucune diminution significative des performances zootechniques, lorsque l'aliment contient seulement, 60 à 80 % des besoins théoriques estimés en P digestible. De même, Skiba (2002), avec un apport correspondant à 70 ou 85 % des besoins théoriques estimés, ne note aucune différence significative des performances zootechniques. Cependant, cet auteur signale une baisse, bien que non significative de la vitesse de croissance (-4 %), lorsque l'apport est réduit de 30 %, correspondant à des teneurs en P digestible de 0,20 et 0,16 g/MJ EN respectivement en croissance et en finition. Les résultats de Chauvel et al. (1997), obtenus sur le même site expérimental que notre essai, indiquent que 0,12 g/MJ EN de P digestible en finition, détériorent fortement la vitesse de croissance (-10 %), alors qu'une teneur proche de celle de notre traitement Bas (0,18 g/MJ EN) n'entraîne de différence que pour une des deux bandes étudiées. De même, avec une teneur en P digestible recalculée selon les tables INRA-AFZ (2004), comprise entre 0,10 et 0,11 g/MJ EN, Paboeuf et al. (2002) observent une augmentation significative de l'indice de consommation en période de finition (+3 %), bien que les teneurs en P digestible de l'aliment de référence ne soient pas très élevées (0,21 et 0,17 g/MJ EN respectivement en croissance et en finition).

Les résultats de notre étude conduisent à recommander une teneur en P digestible comprise entre 0,21 et 0,23 g/MJ EN en phase de croissance, et entre 0,17 et 0,19 g/MJ EN en phase de finition. Ils complètent les indications de Jondreville (2002), déduites des données de 15 essais, qui situent le besoin en P digestible entre 0,18 et 0,26 g/MJ EN en phase de croissance, et entre 0,13 et 0,21 g/MJ EN en finition.

Selon Guéguen et Pointillart (1986), la teneur osseuse en cendres (exprimée en pourcentage de matière sèche dégraissée)

**Tableau 5 - Caractéristiques des rejets (en kg/porc pour un gain de 82 kg de PV)**

Régimes expérimentaux	Tbas	Bas	Témoin	Haut
N (kg)	2,77	2,56	2,59	2,60
K (kg)	1,25	1,24	1,25	1,22
P (kg)	0,49	0,46	0,49	0,44
Estimation excrétion <sup>(1)</sup> (kg)	0,53	0,51	0,59	0,53
P ingéré (kg)	0,94	0,92	1,00	0,94
P non digestible ingéré <sup>(2)</sup>	0,58	0,52	0,56	0,46

<sup>(1)</sup> estimation de l'excrétion de P pour une rétention corporelle déterminée selon l'équation établie par Jondreville et Dourmad (2005) :  $-0,002857 \times PV^2 + 5,42 \times PV$

<sup>(2)</sup> P total ingéré - P digestible ingéré

d'un porc charcutier est comprise entre 45 et 65 %. Dans notre étude, les valeurs mesurées sont nettement inférieures et proches de 40 %, sans qu'il n'y ait cependant de différence entre les traitements. Etant donné que l'approche factorielle calcule les besoins permettant la maximisation de la minéralisation osseuse, les teneurs des traitements Témoin et Haut devraient se situer aux environs de 55 % (valeur normale pour un porc charcutier de 100 Kg de poids vif selon Guéguen et Pointillart (1986)). Ces faibles niveaux obtenus ne sont donc pas expliqués à moins que la méthode employée, consistant à séparer les tissus musculaires et adipeux apparents sans cuisson à l'autoclave, ait pu engendrer de tels résultats.

L'excrétion de P qu'elle soit mesurée ou calculée à partir de l'équation de Dourmad et al. (2002) est inférieure à la valeur forfaitaire moyenne de rejets par animal indiquée par le Corpen (2003) et fixée à 0,63 kg/porc. L'indice de consommation observé dans cet essai, en moyenne plus faible par rapport à la valeur standard retenue par le Corpen, suffit à expliquer cet écart. Les rejets de P varient peu selon les régimes expérimentaux, ce qui est logique puisque les traitements portent sur les teneurs en P digestible, indépendamment de leurs teneurs en P total. Cependant, nos résultats indiquent une bonne correspondance entre le niveau de P excrété et les quantités de P non digestible ingérées. D'autre part, les niveaux de rejets de P mesurés pour chaque traitement sont légèrement inférieurs à l'estimation de l'excrétion déduite de l'équation de rétention proposée par Jondreville et Dourmad (2005). Les écarts sont plus élevés pour les traitements Témoin et Haut (-18 % en moyenne) et s'expliquent vraisemblablement par une sous-estimation de la valeur mesurée, en relation avec la méthode d'échantillonnage. En moyenne, pour l'ensemble des analyses, l'écart est de 13%, soit la valeur citée par Dourmad et al. (2002), lorsqu'ils comparent sur la base de 19 publications, les quantités prédites de P excrété, à celles

mesurées dans les lisiers. Logiquement, la méthode d'échantillonnage utilisée fournit des résultats plus précis que les techniques d'échantillonnage de terrain (au niveau de la tonne à lisier ou à partir de la fraction surnageante d'un lisier brassé), Levasseur et al. (2007) ayant mesuré dans ce cas, une sous estimation des rejets de P proche de 40 %.

## CONCLUSION

Une variation notable de la teneur en P digestible de l'aliment distribué en engraissement conduit à des différences faibles sur le plan zootechnique. Nos résultats indiquent cependant qu'en deçà de 90 % des besoins estimés, le risque s'accroît de voir apparaître une baisse de performances.

Le modèle d'estimation du besoin en P digestible utilisé dans cet essai permet de déterminer les besoins des porcs au cours de la phase d'engraissement. Il nécessite cependant, pour être appliqué, une connaissance précise des performances de croissance et des niveaux de consommation d'aliment en cours d'engraissement. En élevage, ces données ne sont, en général, pas disponibles, ou pas suffisamment connues. Il est donc plus courant de conseiller des teneurs moyennes permettant de satisfaire les besoins dans une majorité de cas. Ainsi, nos recommandations actuelles s'établissent à 2,5 et 2,0 g de P digestible par kg d'aliment. Afin de tenir compte de la concentration énergétique des aliments, les résultats de cet essai permettent de retenir que la teneur en P digestible de l'aliment doit se situer entre 0,21 et 0,23 g/MJ EN en croissance, et entre 0,17 et 0,19 g/MJ EN en finition.

## REMERCIEMENTS

Cette étude a été financée dans le cadre du programme national de développement agricole et rural.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Castaing J., Paboeuf 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.
- Chauvel J., Granier R., Jondreville C., Williate I., 1997. Utilisation de régimes isophosphorés à activité phytasique variable par le porc charcutier : répercussion sur la digestibilité du phosphore, les performances, la résistance osseuse et les rejets de phosphore. *Journées Rech. Porcine*, 29, 277-284.
- 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, 41 p.
- Dourmad J.Y., Pomar C., Massé D., 2002. Modélisation du flux de composés à risque pour l'environnement dans un élevage porcin. *Journées Rech. Porcine*, 34, 183-194.
- Guéguen L., Pointillat A., 1986. Alimentation minérale. In : *Le porc et son élevage - Bases scientifiques et Techniques*. J.M. Pérez, P. Mornet, A. Rerat, INRA éd., Paris, 297-322.
- 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.
- Jondreville C., 2002. Besoin en P digestible apparent du porc en engraissement : synthèse des essais effectués par ADAESO, EDE22 et ITP. *Compte-rendu Programme ACTA*, 37p.
- Jondreville C., 2004. Calculer la teneur en P digestible apparent d'un aliment pour porcs à partir des valeurs fournies dans les tables INRA-AFZ.
- Jondreville C., Dourmad J.Y., 2005. Le phosphore dans la nutrition des porcs. *INRA Prod. Anim.*, 18, 183-192.
- Jongbloed A.W., Everts H., Kemme P.A., Mroz Z., 1999. Quantification of absorbability and requirements of macroelements. In : I. Kyriazakis (Ed.), *A quantitative biology of the pig*, 275-298. CAB International.
- Levasseur P., Charles M., Le Bris B., Boulestreau A.L., Landrain P., Athanase N., 2007. Comparaison de méthodes d'estimation des rejets d'azote, de phosphore et de potassium en élevage de porc. *Journées Rech. Porcine*, 38, 209-216. 39, 1-6.
- Pomar C., Jondreville C., Dourmad J.Y., Bernier J., 2006. Influence du niveau de phosphore des aliments sur les performances zootechniques et la rétention corporelle de calcium, phosphore, potassium, sodium, magnésium, fer et zinc chez le porc de 20 à 100 kg de poids vif. *Journées Rech. Porcine*, 38, 209-216.
- Porfál, 2003. Logiciel d'optimisation technique et économique de formules et de rations alimentaires pour les porcs. Version 4.013. IFIP.
- Skiba F., 2002. Connaissance de la digestibilité du phosphore des matières premières et des aliments pour la couverture des besoins du porc charcutier et conséquences sur les rejets dans l'environnement. Rapport final (Dossier ACTA n°2000/01-3- Estimation du phosphore digestible), 25 p.