



# Performance de croissance et composition corporelle du porc suite à un apport limitant en protéines et en phosphore

Cécile MD BONNEFONT (1), Claudia KASPER (2), Albert BRUN (3), Ludovic BROSSARD (4), Tamas DONKO (5), Michael OSTER (6), Maria FONT-I-FURNOLS (3), Patrick SCHLEGEL (7)

(1) GenPhySE, Université de Toulouse, INRAE, ENVT, Castanet Tolosan, France

(2) Agroscope, Animal GenoPhenomics, 1725 Posieux, Suisse

(3) IRTA-Food Quality and Technology, 17121 Monells (Girona), Spain

(4) PEGASE, INRAE, Institut Agro, 35590, Saint Gilles, France

(5) MEDICOPUS, Medicopus Nonprofit Ltd., 7400 Kaposvar, Hungary

(6) Research Institute for Farm Animal Biology (FBN), 18196 Dummerstorf, Germany

(7) Agroscope, Groupe Recherche Porcine, 1725 Posieux, Suisse

[cecile.bonnefont@inrae.fr](mailto:cecile.bonnefont@inrae.fr)

## Growth performance and body composition in pigs following protein and phosphorus restriction

One of the main issues currently facing the pig sector is how to use fewer feed resources and reduce nitrogen (N) and phosphorus (P) excretion without increasing feed costs. In this context, the aim of this study was to investigate impacts of restricting the intake of protein, essential amino acids and P on the growth performance and body composition of pigs. Forty-eight Swiss Large White pigs were allocated to four treatment diets, each comprising six females and six castrated pigs. The control (C) was fed a grower and a finisher diet to meet requirements for a weight of 40 and 80 kg, respectively. The other diets were deficient in N-: free of soya bean meal, -20% crude protein, digestible lysine, digestible methionine and digestible threonine; in P-: free of mineral phosphate, -15% (including phytase) and -47% (no phytase) digestible P in grower and finisher diets, respectively and in NP-: a combination of N- and P-. The statistical model included the sex, N and P effects and their interactions. All effects of N and P restriction were independent from each other ( $P > 0.05$ ). The feed-conversion ratio was made worse by N restriction (2.47 vs. 2.73;  $P < 0.001$ ), but not by P restriction ( $P > 0.05$ ). Body lean content was decreased, while fat content was increased, by N restriction ( $P < 0.001$ ), and bone mineral mass and density were decreased by P restriction ( $P < 0.001$ ). N and P efficiency (ratio of excreted to ingested) was improved by 3.2 and 4.9 percentage points by the N restriction and P restriction, respectively ( $P < 0.001$ ). These results illustrate effects of strong restriction of protein, digestible essential amino acids and digestible P and indicate that growing pigs without the use of mineral phosphate is realistic.

## INTRODUCTION

En raison de l'importance environnementale et économique de l'azote (N) et du phosphore (P), les stratégies alimentaires actuelles et futures pour les porcs en engraissement doivent minimiser l'excrétion de N et P sans limiter les performances et la santé des animaux (Lautrou *et al.*, 2024). Elles consistent à adapter la formulation de l'aliment en réduisant le niveau d'inclusion des sources protéiques, comme le tourteau de soja, tout en incluant des acides aminés synthétiques pour couvrir leurs besoins et en réduisant le niveau d'inclusion des phosphates minéraux tout en incluant de la phytase exogène pour augmenter la digestibilité du phosphore (Lenis et Jongbloed, 1999). Dans ce contexte, notre expérience a consisté à étudier une restriction sévère de ces teneurs alimentaires, sur les performances de croissance, la composition corporelle des porcs et l'excrétion de N et P.

## 1. MATERIEL ET METHODES

### 1.1. Protocole expérimental

Quarante-huit porcs Large White ont été sélectionnés par groupes de quatre femelles ou quatre mâles castrés issus de la

même portée. Les quatre porcs de chaque portée ont été répartis dans quatre traitements alimentaires, incluant ainsi six femelles et six mâles castrés chacun. Ils ont reçu un aliment croissance durant 49 jours et un aliment finition durant 43-46 jours. Les aliments contrôles (C) répondaient aux recommandations alimentaires suisses pour des porcs en croissance (40 kg) et finition (80 kg ; Agroscope, 2005) : 13,7 et 13,7 MJ/kg énergie digestible, 155 et 141 g protéine brute, 8,3 et 6,3 g/kg lysine digestible, 3,0 et 2,2 g/kg P digestible, respectivement. Les porcs N- ont reçu des aliments formulés sans tourteau de soja et contenant 20% de moins de protéines brutes, de lysine digestible, de méthionine digestible et de thréonine digestible. Les porcs P- ont reçu des aliments formulés sans inclusion de phosphate minéral contenant 15 % (avec 500 unités de phytase) et 47 % (sans phytase) de P digestible en moins en croissance et finition, respectivement. Les porcs NP- ont reçu des aliments ayant les mêmes caractéristiques que N- et P-.

### 1.2. Mesures réalisées

Les porcs ont été pesés au début et à la fin de chaque phase alimentaire. Les consommations alimentaires ont été enregistrées individuellement et quotidiennement. La composition corporelle de chaque porc a été mesurée par

absorptiométrie à rayons X à double énergie (DXA, i-DXA, GE Medical Systems, Glattbrugg, Suisse) pour obtenir la masse des tissus maigres, gras et de minéral osseux au début de l'expérience (Début) et le jour précédant l'abattage (Fin) et à l'aide d'un tomographe mobile (CT, Philips Brilliance 16, Philips Iberica SAU, Madrid, Espagne) pour obtenir la densité minérale osseuse à la Fin.

Les données ont été analysées selon un modèle factoriel 2 × 2 en utilisant la procédure de modèle mixte du logiciel SYSTAT 13 (Systat Software GmbH, Erkrath, Allemagne). Le modèle statistique incluait le sexe (femelle vs. mâle castré, non présenté ici), le niveau de N (Témoin N : C et P- vs. Restreint N : N- et NP-), le niveau de P (Témoin P : C et N- vs. Restreint P : P- et NP-) et les interactions du niveau de N × niveau de P, du sexe × niveau de N et du sexe × niveau de P comme effets fixes et la portée comme effet aléatoire.

## 2. RESULTATS - DISCUSSION

Aucune interaction entre les effets N et P n'a été mise en évidence ( $P > 0,05$ ). Les effets N et P sont donc analysés indépendamment.

### 2.1. Effet de la restriction de la teneur en azote

Sur la période globale, les porcs ayant consommé des aliments restreints en N ont eu une croissance réduite de 10% par rapport aux témoins ( $P < 0,001$ ) et un indice de consommation dégradé de 0,26 ( $P < 0,001$ ; Tableau 1). Toutefois, 33% des porcs ont réussi à maintenir leur GMQ au niveau de ceux des Témoins. Cette baisse de performance s'est répercutée sur leur composition corporelle avec une teneur réduite en tissu maigre (-3%,  $P < 0,001$ ) et accrue en tissu gras (+14%,  $P < 0,001$ ; Tableau 2), ainsi que sur leur bilan azoté amélioré. En effet, la quantité de N ingéré a été réduite de 21%, celle du N retenu de 15% et celle du N excrété de 25% ( $P < 0,001$ ; Figure 1). Ainsi, bien que les performances précédentes aient été réduites, l'efficacité d'utilisation de N a été améliorée.

Tableau 1 – Performances des porcs

Variables	Effet N		Effet P		RMSE <sup>2</sup>
	Témoin N	Restr. <sup>1</sup> N	Témoin P	Restr. <sup>1</sup> P	
Poids Début, kg	24,6	24,6	24,6	24,6	0,76
Poids Fin, kg	112,7 <sup>a</sup>	103,7 <sup>b</sup>	108,8	107,6	2,63
GMQ <sup>3</sup> , g/j	946 <sup>a</sup>	849 <sup>b</sup>	905	891	27,0
CMJ <sup>4</sup> , g/j	2334	2312	2351	2295	70,2
IC <sup>5</sup> , g/g	2,47 <sup>b</sup>	2,73 <sup>a</sup>	2,61	2,59	0,030

<sup>1</sup> Restriction en N ou P; <sup>2</sup> Racine de l'écart quadratique moyen; <sup>3</sup> GMQ : gain moyen quotidien; <sup>4</sup> consommation moyenne journalière; <sup>5</sup> IC : Indice de consommation; <sup>a, b</sup> Effet N avec  $P < 0,001$ ; Effet P non significatif ( $P > 0,05$ )

### 2.2. Effet de la restriction de la teneur en phosphore

Sur l'ensemble de la période, les performances de croissance et de consommation des porcs ayant consommé des aliments restreints en P n'ont pas été modifiées ( $P > 0,05$ ; Tableau 1). A

la Fin, leur composition corporelle en tissu maigre et tissu gras n'a pas été modifiée ( $P > 0,05$ ; Tableau 2), mais leur minéralisation osseuse a été réduite en masse de 15% ( $P < 0,001$ ) et en densité de 4,5% ( $P < 0,001$ ; Tableau 2). La quantité de P ingéré a été réduite de 23%, celle de P retenu de 14% et celle de P excrété de 30% ( $P < 0,001$ ; Figure 1). Ainsi, bien que la minéralisation osseuse ait été réduite, les performances de croissance ont été maintenues et l'efficacité de l'utilisation du P a été augmentée, en accord avec Floradin *et al.* (2022).

Tableau 2 – Composition corporelle des porcs (g/kg poids)

Variables	Effet N		Effet P		RMSE <sup>2</sup>
	Témoin N	Restr. <sup>1</sup> N	Témoin P	Restr. <sup>1</sup> P	
Début : Tissus					
Maigre	904	902	902	904	1,6
Gras	79	81	81	79	1,6
Minéral osseux	17	17	18	17	0,3
Fin : Tissus					
Maigre	810 <sup>a</sup>	786 <sup>b</sup>	798	799	6,2
Gras	171 <sup>b</sup>	195 <sup>a</sup>	182	184	6,3
Minéral osseux	18	19	20 <sup>x</sup>	17 <sup>y</sup>	0,4
Densité os, g/cm <sup>3</sup>	1,50	1,51	1,54 <sup>x</sup>	1,47 <sup>y</sup>	0,006

<sup>1</sup> Restriction en N ou P; <sup>2</sup> Racine de l'écart quadratique moyen;

<sup>a, b</sup> Effet N avec  $P < 0,001$  et <sup>x, y</sup> Effet P avec  $P < 0,001$

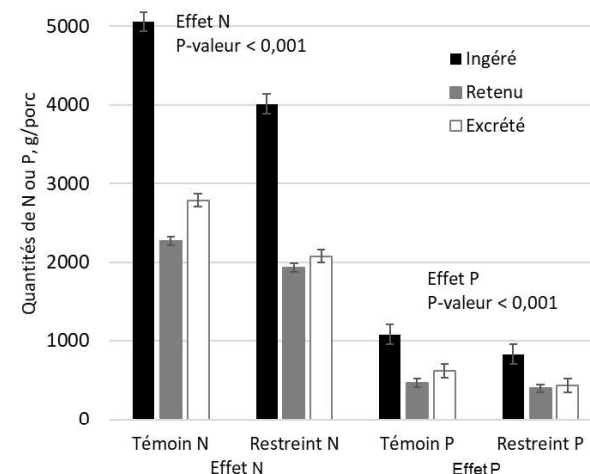


Figure 1 – Bilan azoté en fonction de l'apport en N et bilan en phosphore en fonction de l'apport en P

## CONCLUSION

Le retrait de tourteaux de soja et/ou de phosphate minéral de l'aliment a engendré un apport restreint en acides aminés et P digestible. Séparément ou combinées, ces deux restrictions alimentaires ont eu les mêmes effets sur l'animal. La restriction protéique, sans équilibrage des acides aminés n'a pas convaincu au niveau des performances de croissance, mais a révélé qu'au niveau individuel, certains porcs restent performants. La restriction en P digestible semble praticable, surtout si une complémentarité en phytase est envisagée aussi en finition.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Agroscope, 2005. Apports alimentaires recommandés pour les porcs. [www.agroscope.ch/livre-jaune](http://www.agroscope.ch/livre-jaune).
- Floradin P., Létourneau-Montminy MP., Pomar C., Schlegel P., 2022. Development of bone mineralization and body composition of replacement gilts fed a calcium and phosphorus depletion and repletion strategy. *Animal*, 16, 100512.
- Lautrou M., Cappelaere L., Létourneau-Montminy MP., 2024. Phosphorus and nitrogen nutrition in swine production. *Anim. Front.*, 12, 23-29.
- Lenis NP., Jongbloed AW., 1999. New technologies in low pollution swine diets: diet manipulation and use of synthetic amino acids, phytase and phase feeding for reduction of nitrogen and phosphorus excretion and ammonia emission, review. *Asian Austral J Anim.*, 12, 305-327.