

Prédiction de l'absorption de phosphore et de calcium alimentaire chez la truie en lactation

Julien HEURTAULT (1,2), Patrick SCHLEGEL (2), Marie-Pierre LETOURNEAU-MONTMINY (1)

(1) Département des sciences animales, Université Laval, Québec, Canada, G1V 1A6

(2) Agroscope, Groupe de recherche porcine, 1725 Posieux, Suisse

marie-pierre.letourneau-montminy.1@ulaval.ca

Prediction of dietary phosphorus and calcium absorption in lactating sows

Sow requirements for minerals is high during lactation, and the feed intake of certain sows in a group can be limited to meet their phosphorus (P) and calcium (Ca) requirements. When this occurs, phosphocalcic regulation may be activated to modify the quantity of minerals absorbed. Recent data on the apparent digestibility of P and Ca in lactating sows were used to establish the first mathematical model developed to predict the quantity of P and Ca absorbed as a function of the activation of phosphocalcic regulation. These data were generated from 24 primiparous sows fed one of four diets that provided 100 %, 75 %, or 50 % of the digestible P requirement, or that provided only 50 % of it but was supplemented with 500 FTU/kg phytase. Ingested mineral P, total Ca and exogenous phytase were used as predictors for the apparent total tract digestibility coefficient of P (ATTD-P) and Ca (ATTD-Ca). The model's equations include a quadratic response of ingested mineral P and total Ca to represent phosphocalcic regulation. The model predicted ATTD-P and ATTD-Ca reliably (R^2 of 84 % and 68 %, respectively). This study forms part of an overall approach aiming to model phosphocalcic regulation in lactating sows, including dynamics of bone mineralisation.

INTRODUCTION

En lactation, les besoins en phosphore (P) et calcium (Ca) des truies sont élevés et l'appétit limitée de certaines truies ne permet pas toujours de combler ses besoins (Quiniou *et al.*, 2021). Il est bien connu que ce déficit minéral induit la mise en place de régulations phosphocalciques (Crenshaw, 2001) modulant l'absorption de P et Ca. Pour autant, aucun modèle de prédiction de l'absorption n'est disponible chez la truie en lactation et à notre connaissance, aucun modèle chez les animaux ou d'autres espèces ne prend en compte ces régulations. De nouvelles données de digestibilité apparente (ATTD) en fonction de l'apport croissant de Ca et P, sont disponibles (Heurtault *et al.*, 2024) et permettent de développer un premier modèle de prédiction de l'absorption du P et du Ca chez la truie en lactation, objet de cet article.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Données expérimentales

Un total de 24 truies primipares allaitantes, de race Grand Porc Blanc Suisse, ont été réparties en 4 traitements alimentaires : Lact100 (100% du besoin en P digestible et Ca total, 5,9 g P total (Ptot) ; 9,9 g Ca total (Catot) /kg), Lact75 (75% des besoins, 5,3 g Ptot ; 8,3 g Catot /kg), Lact50 (50% des besoins, 4,3 g Ptot ; 6,0 g Catot /kg), Lact50+FTU (Lact50+ 500 FTU/kg de phytase, 4,2 g Ptot ; 6,0 g Catot /kg). Le P phytique et l'activité phytasique végétale étaient de 2,4 g/kg et 208 FTU/kg tous traitements confondus. Le P minéral était sous forme de phosphate monocalcique. Le traitement Lact50+FTU était supplémenté avec 500 FTU/kg de phytase (Quantum Blue 5G, AB Vista,

Marlborough, United Kingdom). L'ingéré alimentaire était quantifié chaque jour. La digestibilité totale apparente du P (ATTD-P) et du Ca (ATTD-Ca) a été mesurée à l'aide d'un marqueur indigestible (célite, 2% dans l'aliment) à partir d'échantillons de fèces récoltés sur 3 jours consécutifs des jours 15 à 17(± 2) de lactation. La durée de la lactation était de 23 ± 1 jours.

1.2. Description du modèle

Une approche de modélisation empirique a été mise en œuvre pour prédire ATTD-P et ATTD-Ca. Dans l'expérimentation réalisée, la variation de la teneur en P alimentaire revenait à modifier le taux d'incorporation de P minéral. Ainsi, la teneur en P minéral ingéré a été choisie comme prédicteur principal de l'ATTD-P. La teneur en Ca alimentaire évolue linéairement avec la teneur en P alimentaire, le ratio Ca : P étant contrôlé. Ainsi, le Ca total a été choisi comme prédicteur à l'ATTD-Ca. Les autres variables indépendantes comprennent le P phytique (PP), le P non-phytique végétal (PNPv), la phytase végétale et la quantité de phytase exogène.

Les analyses statistiques ont été réalisées selon la procédure lm du package Stats sur Rstudio (version 4.1.2). Ce modèle linéaire multiple comprenait comme effet fixe : le P minéral ingéré (en g sur toute la lactation) et le Ca total ingéré (en g sur toute la lactation) et la quantité de phytase (FTU/kg d'aliment).

2. RESULTATS ET DISCUSSION

Les modèles (Tableau 1) prédisent l'ATTD-P (Figure 2) et l'ATTD-Ca avec un r^2 de respectivement 84% et 68%. Le PP, le PNPv et

Tableau 1 – Valeurs des paramètres du modèle

Paramètres	Valeurs	Variabes	P-value
ATTD-P	1,632 ^e -1	ordonnée à l'origine	< 0,05
	8,474 ^e -3	P minéral ingéré	< 0,05
	-6,173 ^e -5	P minéral ingéré ²	< 0,05
	4,420 ^e -4	Phytase	< 0,05
ATTD-Ca	-1,244	ordonnée à l'origine	<0,05
	2,545 ^e -3	Ca total ingéré	<0,05
	-9,818 ^e -7	Ca total ingéré ²	<0,05
	2,278 ^e -4	Phytase	<0,05

P minéral ingéré : g/lactation ; Ca total ingéré : g/lactation ; Phytase : FTU/kg ; ATTD-Ca : digestibilité total apparente du Ca, % ; ATTD-P : digestibilité total apparente du P, %.

la phytase végétale n'étaient pas significatifs comme ils ne variaient pas entre les traitements. La prédiction de l'ATTD-P dispose d'une ordonnée à l'origine de 16%, représentant la proportion de PP et de PNPV conduisant au P digestible. Pour les porcs en croissance, Létourneau-Montminy *et al.* (2012) ont estimé que $20 \pm 6,1\%$ du PP était disponible pour absorption sans ajout de phytase exogène. Ainsi, la capacité d'hydrolyse du PP dans le tractus digestible d'une truie serait proche de celle d'un porc en croissance. En revanche, l'ordonnée à l'origine de la prédiction de l'ATTD-Ca est négative et peut s'expliquer par

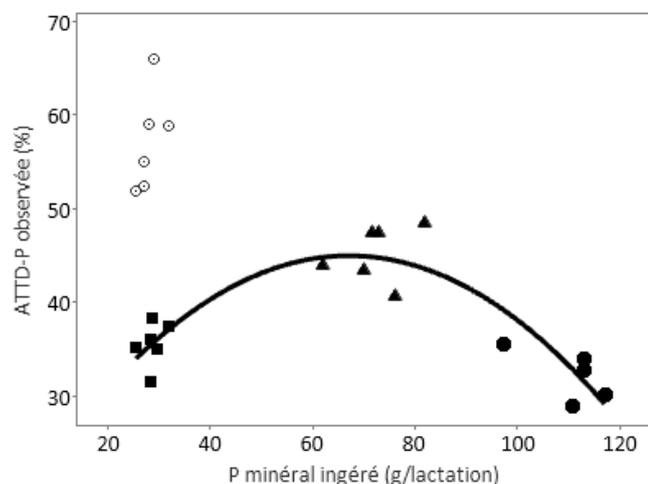


Figure 1 – Prédiction de l'ATTD-P à partir du P minéral ingéré ; ● Lact100 (100% du besoin en P digestible) ; ▲ Lact75 (75%) ; ■ Lact50 (50%) ; ○ Lact50+FTU (50% + 500 FTU/kg de phytase)

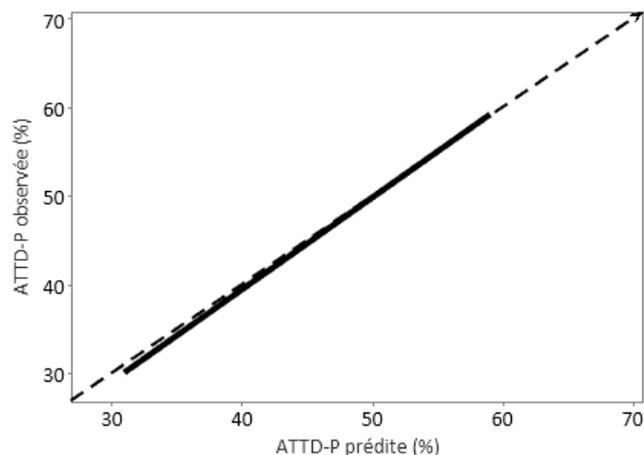


Figure 2 – Digestibilité apparente du phosphore observée et prédite ; $y=x$

la prise en compte du Ca total comme force motrice du modèle et par une potentielle interaction négative Ca-phytate (Selle *et al.*, 2009). Il est bien connu que la supplémentation en phytase microbienne et végétale augmente l'ATTD (Selle et Ravindran, 2008). C'est pourquoi, la phytase exogène était significative dans les modèles. L'interaction entre le PP et la phytase était assumée négligeable, comme démontré par Létourneau-Montminy *et al.* (2012). La réponse de l'ATTD-P en fonction de la quantité de P minéral ingéré et de l'ATTD-Ca en fonction de l'apport de Ca total en lactation est quadratique (Figure 1). De faibles niveaux induisent une faible digestibilité possiblement en raison d'une faible proportion de P et Ca sous formes disponibles comme les carbonates et les phosphates. Des niveaux intermédiaires montrent une digestibilité élevée possiblement en raison d'un apport plus important de ces formes disponibles. A l'inverse, lors d'une ingestion en Ca et P élevée, les ATTD étaient faibles, ce qui montre que la truie disposerait d'assez de P et Ca pour subvenir à son besoin et absorberait moins, en réponse aux mécanismes de régulation de l'absorption en fonction du niveau de couverture du besoin.

CONCLUSION

Ce travail propose un premier modèle de prédiction de l'absorption du P et du Ca chez la truie en lactation, modèle incluant une modulation de la digestibilité à la suite de la mise en place des régulations phosphocalciques. A ce jour, ce modèle a été construit chez des truies primipares et à partir de données observées en 3^{ème} semaine de lactation. Ainsi, à l'avenir, il serait intéressant d'évaluer la cinétique de digestibilité des minéraux durant la lactation, et par ailleurs de confirmer cette cinétique chez des truies multipares.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Crenshaw T.D., 2001. Calcium, phosphorus, vitamin D, and vitamin K in swine nutrition. In: A.J. Lewis and L.L. Southern, editors, Swine nutrition (2nd ed.), CRC Press, Boca Raton, Floride, USA, 187-212.
- Heurtault J., Hiscocks S., Létourneau-Montminy M.P., Schlegel P., 2024. Dynamics of bone mineralization in primiparous sows as a function of dietary phosphorus and calcium during lactation. Soumis pour publication à Animal.
- Létourneau-Montminy M.P., Jondreville C., Sauvant D., Narcy A., 2012. Meta-analysis of phosphorus utilization by growing pigs: Effect of dietary phosphorus, calcium and exogenous phytase. *Animal*, 6, 1590–1600.
- Quiniou N., Boudon A., Dourmad J. Y., Moinecourt M., Priyemko N., Narcy A., 2019. Modélisation du besoin en calcium et variations du rapport phosphocalcique de l'aliment selon le niveau de performance de la truie reproductrice. *Journ. Rech. Porcine*, 51, 141-152.
- Selle P.H., Cowieson A.J., Ravindran V., 2009. Consequences of calcium interactions with phytate and phytase for poultry and pigs. *Livest. Sci.*, 124, 126-141.
- Selle P. H., Ravindran V., 2008. Phytate-degrading enzymes in pig nutrition. *Livest. Prod. Sci.*, 113, 99–122.