

# Dynamique de déplétion et de réplétion des réserves minérales dans les os individuels et les régions osseuses des cochettes nourries avec différents niveaux de phosphore et calcium

Piterson FLORADIN (1, 2), Candido POMAR (3), Marie-Pierre LÉTOURNEAU-MONTMINY (2) et Patrick SCHLEGEL (1)

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

(2) Département des sciences animales, Université Laval, Québec, QC, J1V 0A6, Canada

(3) Agriculture et Agroalimentaire Canada, Sherbrooke, QC, J1M 1Z3, Canada

[piterson.floradin.1@ulaval.ca](mailto:piterson.floradin.1@ulaval.ca)

## Depletion and repletion dynamics of individual and regional bone-mineral reserves in replacement gilts fed different levels of dietary phosphorus and calcium

The aim of this study was to evaluate the ability of replacement gilts to compensate, before their insemination, bone-mineralization deficit in individual bones or bone regions that resulted from low dietary phosphorus (P) and calcium (Ca) supply during the fattening period. A total of 24 gilts were fed according to a two-phase feeding program (60-95 and 95-140 kg BW, respectively), corresponding to the period of depletion and repletion in Ca and P, respectively. During the depletion period, the gilts were fed *ad libitum* a finisher diet providing either 100% or 60% of the estimated P requirement (D100 with 2.1 g and D60 with 1.2 g digestible P/kg, respectively). During the repletion period, half of the gilts from each finisher diet were randomly assigned to either a restrictively fed control or a high-P diet (R100 with 2.1 g and R160 with 3.5 g digestible P/kg, respectively) according to a 2 × 2 factorial design, resulting in four treatments: D60-R100, D60-R160, D100-R100 and D100-R160. Bone mineral content (BMC) in the entire body, individual bones (femur and spine lumbar L2-L4), and bone regions (front legs and hind legs) were measured in each gilt at two-week intervals using dual-energy X-ray absorptiometry (DXA). After 2 weeks, gilts fed D60 had lower BMC in the entire body, all individual bones and bone regions than those fed D100 ( $P < 0.001$ ). The spine lumbar L2-L4 lost more BMC (- 17%;  $P < 0.001$ ) than the other sites, which decreased by 7% in the hind legs ( $P = 0.001$ ), 9% in the femur ( $P = 0.002$ ) and 10% in the head and trunk ( $P = 0.043$  and  $P = 0.006$ ). At the end of the repletion period, all sites studied had similar BMC. In D60 gilts, recovery was reached 2 ( $P < 0.001$ ) and 4 weeks ( $P < 0.001$ ) after the depletion period when fed the R160 and R100 diets, respectively. These results show that replacement gilts can regain mineral deficits in all individual bones and bone regions.

## INTRODUCTION

La capacité des porcs à compenser complètement d'un déficit de minéralisation osseuse survenu pendant la période de croissance-finition a été montrée à plusieurs reprises (Gonzalo, 2017 ; Lautrou *et al.*, 2021). Ceci représente un levier d'intérêt pour limiter l'utilisation des phosphates et réduire l'impact environnemental associé aux rejets de phosphore (P), sans altérer leur performance de croissance et la minéralisation osseuse. Considérant que la croissance et la réponse osseuse diffèrent d'un os à l'autre, cette étude a été réalisée afin de tester l'hypothèse que la récupération de la minéralisation osseuse après un déficit minéral (déplétion) chez les cochettes est complète dans tous les os individuels ou les régions osseuses lorsqu'elles sont nourries avec des niveaux adéquats par la suite (réplétion).

### 1. MATERIEL ET METHODES

#### 1.1. Animaux et régimes expérimentaux

Un total de 24 cochettes ont été logées groupe et nourries selon un programme alimentaire en deux phases (55-95 kg et 95-

140 kg) dites de déplétion et de réplétion, respectivement. Le régime expérimental pour la phase de déplétion (D) était carencé (D60 ; 1,2 g de P digestible/kg) couvrant environ 60% des besoins en P et calcium (Ca) ou non carencé (D100 ; 2,1 g de P digestible/kg) apportant 100% des besoins pour des porcs en engraissement. Pendant la phase de réplétion (R), la moitié des cochettes qui recevaient chaque régime D a été assignée au hasard à un régime témoin (R100 ; 2,1 g de P digestible/kg) ou à un régime riche en P apportant 160% des besoins de porcs en engraissement (R160 ; 3,5 g de P digestible/kg) selon un dispositif factoriel 2 x 2, résultant en quatre traitements : D60-R100, D60-R160, D100-R100 et D100-R160. Les cochettes ont été alimentées *ad libitum* pendant la première phase, mais de manière restrictive pendant la seconde phase pour limiter la croissance à environ 700 g/j, tel que recommandé jusqu'à la 1ère saillie (Kraeling *et al.*, 2020).

#### 1.2 Mesures et analyses statistiques

Le contenu minéral osseux (CMO) du corps entier, des os individuels (fémur et vertèbres lombaires L2-L4) et des régions

osseuses (pattes avant et pattes arrière,) a été mesuré toutes les 2 semaines par absorptiométrie biphotonique à double rayons X (i-DXA, GE Medical Systems, Glattbrugg, Suisse). Les données ont été analysées sous forme d'un bloc complet randomisé avec PROC MIXED du logiciel SAS.

## 2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Après 2 semaines et jusqu'à la fin de la déplétion, les cochettes D60 présentaient un CMO plus faible que les D100 indépendamment de l'os (Figure 1a ;  $P < 0,01$ ). Cependant, l'ampleur de la déminéralisation osseuse différait entre les os étudiés. En effet, les vertèbres L2-L4 ont montré la plus grande réduction du CMO (Figure 1d ; -17% ;  $P < 0,01$ ) par rapport aux pattes avant (Figure 1b ; -8% ;  $P = 0,001$ ), pattes arrière (Figure 1c ; -7% ;  $P = 0,001$ ) et fémur (Figure 1e ; -9% ;  $P = 0,002$ ). Nos résultats sont conformes à ceux de Gonzalo *et al.* (2018) qui ont montré qu'une déplétion en Ca et dP entraînait une réduction du CMO plus prononcée dans les vertèbres (-46%) que dans le corps entier (-34%) et le fémur (-7%). Ces résultats indiquent que les vertèbres L2-L4 sont plus sensibles aux apports phosphocalciques ce qui est probablement dû au fait que les os des vertèbres contiennent une plus grande proportion d'os trabéculaire que d'os cortical (Kim et Park, 2013).

### 2.1. Effet de la réplétion sur les os individuels et les régions osseuses

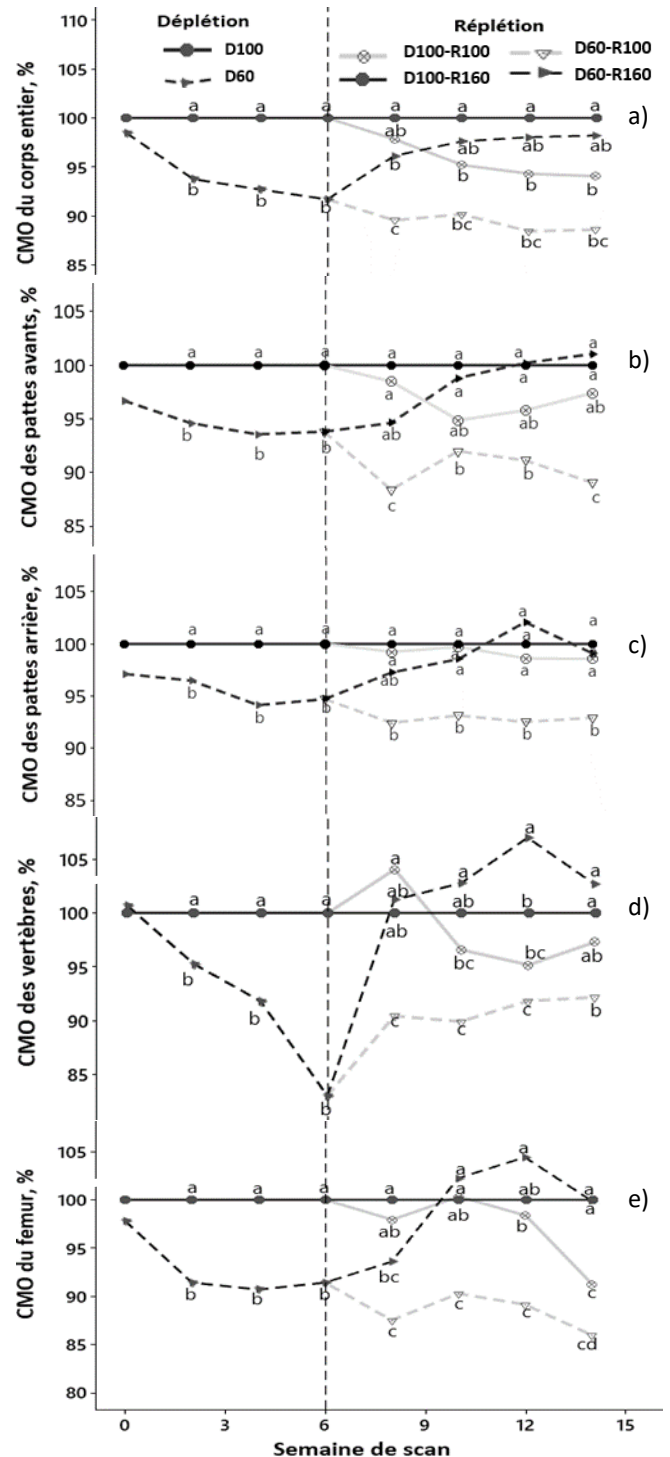
À l'issue de la réplétion, le CMO de tous les sites étudiés était similaire. Chez les cochettes D60, le rattrapage est réalisé 2 ( $P < 0,001$ ) et 4 semaines ( $P < 0,001$ ) après le début de la période de déplétion lorsqu'elles ont reçu R160 (D60-R160, D100-R160) et R100 (D60-R160, D100-R160), respectivement. Ces résultats confirment la capacité des cochettes à compenser le déficit minéral osseux dans tous les os avant la première saillie lorsqu'elles reçoivent un régime adéquat en Ca et P dès 95 kg de poids vif. Il est intéressant de noter, qu'après 6 semaines, les cochettes D60-R160 ont pu pleinement compenser voire même avoir un CMO des vertèbres ( $P = 0,040$ ) et du fémur plus élevé que les D100 ( $P = 0,03$ ). Ce qui indique une efficacité de compensation plus marquée dans ces deux os. Enfin, les résultats montrent aussi un CMO plus élevé dans tous les os individuels et les régions osseuses chez les cochettes R160 comparées à celles R100 à l'issue de la réplétion.

## CONCLUSION

Une diminution de la minéralisation dans tous les os, mais plus marquée dans les vertèbres, a été observée lorsque les cochettes étaient nourries à 60% de leurs besoins en Ca et P jusqu'à 95 kg de PV. Bien que le degré de déminéralisation osseuse ait été variable sur l'ensemble du squelette, la compensation dans tous les os ou régions osseuses individuelles a été réussie après 4 à 6 semaines de réplétion lorsque les cochettes ont été nourries à 100% ou 160% des besoins de 95 à 140 kg de poids corporel.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Gonzalo E., 2017. Consequences of a dietary phosphorus and calcium depletion and repletion strategy in growing-finishing pigs. Thèse de Doctorat, Université Laval, Québec, Canada, 176 p.
- Kim C., Park D., 2013. The effect of restriction of dietary calcium on trabecular and cortical bone mineral density in the rats. *J. Exercice Nutr. Biochem.*, 17(4), 123-131.
- Kraeling R.R., Weibel S.K., 2015. Current strategies for reproductive management of gilts and sows in North America. *J. Anim. Sci. Biotechnol.*, 6(1), 1-14.



**Figure 1** - Contenu minéral osseux (CMO) des os individuels et des régions osseuses selon le lot<sup>1</sup>, exprimé en % par rapport au lot D100 ou D100-R160.

<sup>1</sup>D100 : régime 55-95 kg témoin non carencé ; D60 : régime 55-95 kg carencé en Ca et dP ; R100 : régime 95-140 kg témoin non carencé ; R160 : régime 95-140 kg en excès en Ca et dP.

Les lettres différentes traduisent un écart significatif au seuil de 5%.