ÉVALUATION DE LA FENÊTRE OPTIMALE D'APPLICATION D'UNE RESTRICTION MINÉRALE CHEZ LE POULET EN CROISSANCE

Valable Anne-Sophie^{1,2}, Létourneau-Montminy Marie-Pierre², Nathalie Mème¹, Klein
Stéphanie³, Page Greg⁴, Nasir Zahid⁴, Duclos Michel J.¹, Narcy Agnès¹

¹INRA – UR83 Recherches Avicoles - Domaine de l'Orfrasière - 37380 NOUZILLY, (France)

²UNIVERSITE LAVAL -Département de Sciences Animales – 2425rue de l'Agriculture – GIV
0A6 QUEBEC (Canada)

³MIXSCIENCE – Centre d'Affaires, Cicé Bossac – BP CS 17228 – 35127 BRUZ (France)

⁴TROUW NUTRITION – 150 Research Lane, Suite 200 – N1G4T2 GUELPH (Canada)

agnes.narcy@inra.fr

RÉSUMÉ

Le poulet peut s'adapter à une restriction minérale dans les premiers jours de vie en améliorant son efficacité d'utilisation du phosphore (P). L'objectif de cette étude était de confirmer et mieux comprendre les mécanismes sous-jacents de cette capacité d'adaptation et d'identifier la fenêtre optimale d'application de la restriction (déplétion). Différentes séquences alimentaires constituées de périodes successives de restriction en P et calcium (Ca) et de récupération (réplétion) ont ainsi été testées. Un total de 2400 poulets Cobb 500 mâles ont été utilisés. Sur chaque phase (P1 : 0-4 J, P2 : 5-8 J, P3 : 9-18 J), les animaux ont reçu un aliment contrôle (C) ou un aliment restreint (R) avec des teneurs réduites en P et Ca (P1 et P2 : -30% et P3 : -15% par rapport à C). Cinq séquences alimentaires ont été étudiées : CCC, RRC, RCC, CRC et RCR. A la fin de chaque phase, la force à la rupture (FR), le poids et la teneur en cendres et les teneurs en P et Ca du tibia de 12 animaux par traitement ont été évalués. A J 8 et J 18, la digestibilité iléale du P et Ca a été mesurée. Les moyennes des traitements ont été comparées avec le test de Tukey. Les programmes alimentaires n'ont pas eu d'effet significatif sur les performances de croissance jusqu'à 18 jours ($P > 0,05$). A J 4, une réduction des teneurs en P et Ca dans l'aliment a dégradé le taux de cendres des tibias (par rapport à C, -5.85%, $P = 0,01$). A J 8, la FR et le poids de cendres ont diminué chez les animaux ayant reçu l'aliment R entre J 4 et J 8 ($P = 0,02$ et $P < 0,001$), malgré une meilleure digestibilité iléale du P et du Ca ($P < 0,01$). Par rapport au régime CC, les régimes CR et RR sont associés à des teneurs en P et Ca dans les cendres tibiales plus basses (respectivement -0,35%, $P = 0,05$ et -0,65%, $P = 0,04$). A J 18, les critères osseux mesurés étaient similaires entre tous groupes expérimentaux, suggérant un phénomène de compensation entre J 8 et J 18 lié à une digestibilité iléale du Ca supérieure avec RCR par rapport à CRC et RCC ($P = 0,05$). Aucun effet n'a été observé à J 18 sur la digestibilité iléale du P. Quelle que soit la période et la durée de la restriction initiale entre 0 et 8 J, le retard de minéralisation des poulets est rattrapé à 18 J.

ABSTRACT

Evaluation of the optimal application window for mineral restriction in broilers.

Broilers can adapt to mineral restriction during the very first days of life by improving phosphorus (P) utilization efficacy. The aim of this study was to confirm and identify the mechanisms underlying this adaptive capacity and to identify the optimal application window of this restriction (depletion). Several diet sequences formed by successive periods of restriction in P and calcium (Ca, depletion) and mineral recovery (repletion) were tested. A total of 2400 males Cobb 500 cockerels were used. On each phase (P1: d 0-4, P2: d 5-8, P3: d 9-18), animals received either a control diet (C) or a restricted diet (R) with reduced levels of P and Ca (P1 and P2: -30% and P3: -15%). Five dietary sequences were studied: CCC, RRC, RCC, CRC and RCR. At the end of each phase, the breaking strength (BS), the weight and ash content and the P and Ca contents of the tibia were measured. At d 8 and d 18, P and Ca ileal digestibility were measured. Treatments means were compared using Tukey's test. The feeding strategies did not significantly ($P > 0.05$) affect growth performance up to 18 d. At d 4, decreasing dietary P and Ca impaired tibia ash percentage (compared to C, respectively, -5.85%, $P = 0.01$). At d 8, tibia BS and ash weight decreased in birds fed with R diet between 5-8 d ($P = 0.02$ and $P < 0.001$) in spite of higher ileal digestibility for P and Ca ($P < 0.01$). Compared to CC diet, CR and RR diets were associated with, respectively, lower P and Ca tibia ash content (-0.35%, $P = 0.05$ and -0.65%, $P = 0.04$). At d 18, the bone mineral criteria were similar between dietary groups, suggesting a compensatory effect taking place between d 9 and d 18 with improved ileal Ca digestibility for RCR diet compared to CRC and RCC ($P = 0.05$). No effect was observed on P ileal digestibility at d 18. Whatever the early restriction period or length between 0-8 d, the mineralization delay was compensated by d 18.

INTRODUCTION

Un apport de phosphore (P) adéquat est essentiel pour assurer le maintien des performances de croissance et du statut minéral osseux. Toutefois, les rejets de P peuvent engendrer des phénomènes d'eutrophisation et le P minéral est une ressource non-renouvelable et coûteuse. Il est donc important d'améliorer l'efficacité d'utilisation du P pour améliorer la durabilité de l'élevage. Une des stratégies repose sur l'application d'une restriction minérale précoce qui a pour effet d'améliorer l'efficacité d'utilisation de P sur le long-terme (Rousseau et al., 2016). Réduire les apports de P sur la phase croissance aura un impact limité sur les rejets et le coût de l'aliment. Toutefois, il apparaît que la fenêtre optimale pour augmenter l'efficacité d'utilisation du P, et pouvoir réduire les apports en finition sans impacts négatifs, correspondent aux premiers jours de vie (Yan et al., 2005).

Plusieurs auteurs comme Yan et al., 2005, ont observé qu'il était possible de diminuer la teneur en P des aliments en parallèle d'une diminution de la teneur en calcium (Ca) sans modifier les performances de croissance des animaux. Toutefois, cette modification des apports phosphocalciques peut engendrer une moindre minéralisation osseuse (Létourneau-Montminy et al., 2008). Des poulets ayant reçu des apports restreints de P et Ca (déplétion) dans les premiers jours de vie ont été capables d'améliorer significativement l'efficacité d'utilisation du P et du Ca et de compenser le déficit de minéralisation osseuse s'ils étaient alimentés au niveau des recommandations (INRA, 1989) par la suite (phase de réplétion ; Yan et al., 2005). Des effets à long terme sur l'expression de gènes codant pour des transporteurs de Ca et P ont été observés suite à une restriction appliquée pendant les 90 premières heures de vie (Angel & Ashwell, 2010). A l'inverse, aucun effet à long terme sur l'expression de ces gènes n'a été observé chez des animaux restreints en P et Ca de 10 à 21 J (Rousseau et al., 2016). La fenêtre optimale (moment et durée) d'application de la première déplétion reste donc à définir.

L'objectif de notre étude a été de tester différents itinéraires alimentaires avec des restrictions précoces en P et Ca comprises entre 0 et 8 J et de mesurer leurs impacts sur les performances de croissance, le statut minéral osseux et la digestibilité iléale de P et Ca. L'essai consistait en 5 phases alimentaires (0-4, 5-8, 9-18, 19-28, 29-33 J), mais seuls les résultats des trois premières phases sont présentés ici.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Design expérimental

Un total de 2400 Cobb 500 mâles ont été répartis aléatoirement dans 8 parquets de 50 animaux par traitement, sauf pour le traitement RRC qui comptait 16 parquets, compte tenu que ces oiseaux recevaient

deux traitements alimentaires différents après 18 jours. Les aliments couvraient l'ensemble des besoins nutritionnels des animaux sauf pour P et Ca (INRA, 1989). Sur chaque phase (P1 : 0-4 J, P2 : 5- 8 J, P3 : 9-18 J), les animaux ont reçu un aliment contrôle (C) ou un aliment restreint (R) avec des teneurs réduites en P et Ca en respectant un ratio Ca/phosphore non-phytique (PNP) de 2,2 (P1 et P2 : -30% et P3 : -15% par rapport à C; Tableau 1). Les aliments à base de maïs et tourteau de soja ont été distribués *ad libitum*. Les niveaux de Ca et PNP ont été ajustés par l'incorporation de phosphate bicalcique et de carbonate de Ca. La combinaison des aliments sur chaque phase a permis d'étudier 5 séquences alimentaires : CCC, RRC, RCC, CRC et RCR. Du dioxyde de titane a été ajouté à hauteur de 0,5% comme marqueur indigestible dans les aliments des phases 5-8 J et 9-18 J.

Tableau 1. Teneurs en Ca et PNP formulés et analysés dans les aliments.

Phase, jours		Formulés			Analysés	
		Ca, g/kg	PNP, g/kg	P dispo, g/kg	Ca, g/kg	PNP, g/kg
0-4 J	C	10,0	4,5	5,0	9,1	4,0
	R	7,7	3,5	4,1	7,9	3,5
5-8 J	C	9,2	4,2	4,7	10,1	4,2
	R	7,0	3,2	3,7	7,4	3,1
9-18 J	C	7,7	3,5	4,0	7,2	3,3
	R	6,6	3,0	3,5	6,5	2,9

1.2. Mesures réalisées

Les quantités d'aliment consommé ont été relevées à la fin de chaque phase. Les animaux ont été pesés par parquet à l'arrivée et individuellement à J 8 et J 18. A la fin de chaque phase, le tibia de 12 animaux par traitement a été prélevé pour estimer la force à la rupture (FR), le poids et la teneur en cendres et les teneurs en P et Ca. Le doigt du milieu a été excisé au niveau de la dernière phalange et a été utilisé pour des mesures de teneurs en cendres. A J 8 et J 18, les contenus de la partie distale de l'iléon ont été prélevés pour évaluer la digestibilité iléale apparente du P et Ca (DIA, %). Les analyses de P et Ca ont été réalisées par spectrométrie à plasma à couplage inductif (ICP OES Thermoscientific™ iCAP™ 7200; P : 213,618 nm et Ca : 317,933 nm).

1.3. Analyses statistiques

La consommation moyenne journalière (CMJ) a été calculée sur chaque phase. Le gain moyen quotidien (GMQ) et l'indice de consommation (IC) ont été calculés sur les périodes 0-8 J et 9-18 J. Pour les phases 5-8 J et 9-18 J, le dépôt de cendres a été défini comme la différence entre le poids de cendres de l'animal en fin de phase et le poids de cendres moyen à la fin de la phase précédente des animaux ayant reçu le même régime. L'efficacité de rétention pour le Ca et le PNP a été calculée pour le poids de cendres et le dépôt de cendres. Elle a été définie comme le ratio

entre le critère osseux et la quantité réelle de Ca ou PNP consommée sur la phase (g/g). Une analyse de variance a été réalisée via la procédure MIXED (SAS Inst. Inc., Cary, NC) pour tester l'effet des séquences alimentaires. Lorsque l'effet était significatif ($P < 0,05$), les moyennes des traitements ont été comparées par un test de Tukey.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Effet d'une restriction précoce sur les performances

Les analyses de P et Ca dans les aliments étaient en accord avec les valeurs attendues.

Les itinéraires alimentaires n'ont pas affecté la consommation sur les phases 0-4 J, 5-8 J et 9-18 J et le gain de poids et l'IC de 0 à 8 J et de 9 à 18 J (Tableaux 2, 3 et 4). Faridi et al. (2015) ont observé dans une méta-analyse que la distribution d'un aliment à 0,60% de Ca et 0,30% de PNP durant les 21 premiers jours de vie ne diminuait pas les performances de croissance. Les niveaux actuellement recommandés (INRA, 1989) seraient donc supérieurs aux besoins de l'animal pour la croissance comme suggéré par Létourneau-Montminy et al. (2010).

Parmi les critères osseux, seule la teneur en cendres était affectée par les régimes à J 4 (Tableau 2). Les animaux recevant l'aliment bas en P et Ca avaient une teneur en cendres plus faible que les animaux avec l'aliment C ($P = 0,01$). De même, la teneur en cendres du doigt diminuait chez des animaux recevant un aliment à 0,59% de Ca et 0,25% de P disponible au cours des 90 premières heures de vie (Angel & Ashwell, 2010). A J 8, les animaux recevant CR et RR ont eu une force à la rupture des tibias plus faible que les animaux contrôles (-13%, $P = 0,02$; Tableau 3). Quel que soit le régime reçu de 0 à 4 J, la baisse des apports en P et Ca de 5 à 8 J a diminué le poids de cendres à J 8 et le dépôt de cendres de 5 à 8 J (-9%, $P = 0,05$; -14%, respectivement $P = 0,05$) sans affecter la teneur en cendres. A J 8, les traitements n'ont pas eu d'effet sur le ratio Ca/P dans les cendres tibiales, lequel était de 1,90. Par rapport au régime CC, le régime RR était associé à des teneurs en Ca dans les cendres tibiales plus faibles (-2%, $P = 0,05$) alors que le régime CR était lié à des teneurs en P dans les cendres tibiales plus basses (-2%, $P = 0,04$). Il semble donc que les apports de P et Ca étaient trop bas par rapport aux besoins de l'animal pour la minéralisation. Par méta-analyse, il a été observé que les besoins de PNP étaient supérieurs à 4,0 g/kg pour maximiser la teneur en cendres dans le tibia lorsque le Ca était à 7,0 g/kg avec 50 µg/kg de vitamine D₃ jusqu'à 21 J (Faridi et al., 2015). Les niveaux de vitamine D₃ dans nos aliments étaient de 107 µg/kg. La minéralisation n'était pas affectée par la longueur de la restriction (4 J : CR ou 8 J : RR).

A J 8, le statut minéral osseux des animaux recevant R de 0-4 J et réplétés (C) de 5 à 8 J a été similaire à celui des animaux CC quel que soit le critère osseux

choisi. De même, quel que soit le régime reçu sur les phases précédentes, tous les animaux réplétés (C) de 9 à 18 J ont rattrapé leur retard de minéralisation à J 18 par rapport aux animaux de l'itinéraire contrôle (CCC). Les niveaux de P et Ca apportés par l'aliment C ont été nécessaires pour leur permettre une minéralisation au niveau des témoins. Le moment de cette phase de réplétion (5-8 J ou 9-18 J) n'a pas influencé le résultat.

2.2. Effet de la baisse de P et Ca sur leur efficacité d'utilisation

Bien qu'ayant un statut minéral osseux dégradé par rapport aux animaux contrôles, les animaux recevant l'aliment R étaient plus efficaces à déposer au niveau osseux le P et/ou le Ca selon les phases. Pour un ingéré en P ou Ca équivalent, leur dépôt de cendres à J 4 par g de Ca ou PNP ingéré étaient supérieurs (respectivement, +17% et +15%, $P = 0,01$; Tableau 2). De même, les régimes CR et RR ont amélioré les efficacités de rétention de poids de cendres pour PNP et Ca de 5 à 8 J en comparaison aux régimes CC et RC ($P < 0,001$ et $P < 0,001$; Tableau 3). La distribution de l'aliment R de 5 à 8 J quel que soit le régime reçu de 0 à 4 J (CR et RR) a entraîné une meilleure efficacité de rétention au regard du dépôt de cendres pour PNP et Ca ($P = 0,004$ et $P = 0,01$). Le régime RR était supérieur à RC sur l'efficacité de rétention pour PNP ($P = 0,004$). Quel que soit le régime de 0 à 4 J, la distribution des aliments R de 5 à 8 J a amélioré la DIA de Ca et de P à J 8 (CC vs RR, +19% et +17%, $P < 0,001$; Tableau 3). A J 18, quel que soit le moment de la restriction initiale (0-4 J, 5-8 J ou 0-8 J), les animaux RCC, CRC et RRC ont la même DIA du P et Ca que les animaux contrôles (Tableau 4). La distribution de l'aliment R a entraîné une adaptation chez les animaux. Ils ont augmenté leur efficacité d'utilisation du P et Ca au niveau digestif et osseux comme l'ont observé Angel & Ashwell (2010). L'augmentation de l'efficacité d'utilisation des minéraux passe par une augmentation de l'expression des transporteurs au P et Ca au niveau intestinal et rénal ainsi que par une modulation du métabolisme osseux, régulées en partie par la vitamine D₃ (Proszkowiec-Weglarz & Angel, 2013). Cette adaptation semble limitée aux périodes où les animaux ont reçu l'aliment R dans notre expérimentation. A l'inverse, l'absorption de P augmentait chez des animaux déplétés de 22 à 38 J dès lors qu'ils avaient déjà reçus un aliment restreint sur les 90 premières heures de vie (Angel & Ashwell, 2010). Toutefois, dans l'expérimentation d'Angel & Ashwell (2010), l'aliment sur la première restriction avait des teneurs plus basses en P et Ca que notre aliment R (0,59% Ca et 0,25% P disponible contre 0,77% Ca et 0,35% PNP).

2.3. Effet d'une deuxième restriction (9-18 J)

Une deuxième déplétion entre 9 à 18 J n'a pas affecté négativement les réponses des animaux qui avaient

reçu l'aliment R de 0 à 4 J. En effet, les individus RCR n'ont pas eu un statut minéral osseux dégradé malgré un aliment R reçu de 9 à 18 J en comparaison aux animaux contrôles (CCC; Tableau 4). D'une part, ces animaux avaient un statut minéral osseux similaire à CCC dès J 8 (cf : CC vs RC; Tableau 3). D'autre part, les besoins en P et Ca diminuant avec l'âge des animaux, une baisse des apports entre 9 et 18 J serait moins sévère. Enfin, les animaux recevant RCR ont été plus efficaces à utiliser le Ca ingéré. Le régime RCR a amélioré la DIA du Ca à J 18 en comparaison aux régimes CCC, CRC et RCC (CCC vs RCR, +19%, $P = 0,03$; Tableau 4). Le régime RCR avait tendance à améliorer les efficacités de rétention de Ca pour le poids de cendres et de PNP pour le dépôt de cendres ($P = 0,08$ et $P = 0,06$). D'après ces critères, il semblerait que le Ca ait été davantage limitant que le PNP dans l'aliment R sur la phase 9-18 J. Les animaux recevant CCC et RCR avaient une efficacité de rétention de PNP pour le poids de cendres plus élevée en comparaison aux autres régimes ($P = 0,01$). Des animaux restreints de 1 à 18 J avaient également une meilleure efficacité de rétention minérale du P et du Ca au cours d'une deuxième restriction entre 18 J à 32 J par rapport à des animaux nourris aux besoins sur la première phase (Yan et al., 2005). Il serait alors possible d'avoir une deuxième période de restriction et de stimuler l'efficacité d'utilisation sur les phases

croissance et finition, où les animaux consomment le plus d'aliment. Il est à noter que le témoin de cette étude comporte des niveaux très élevés de minéraux de moins en moins pratiqués sur le terrain. Les résultats obtenus avec le RCR montrent que la réduction des apports de Ca et dans une moindre mesure de ceux de P pratiquée sur le terrain est une stratégie intéressante pour diminuer les apports de P sans modifier les performances au moins jusqu'à 18 J.

CONCLUSION

Une carence sur les 4 et ou 8 premiers jours engendre des diminutions de minéralisation osseuse et le poulet réagit en augmentant son efficacité de dépôt de P et Ca. Il est ainsi à même de rattraper le déficit osseux, et ce, même s'il reçoit 30% des apports publiés. L'application de cette adaptation nécessite d'établir finement le degré et la durée de la restriction surtout considérant que notre régime restreint est proche de ceux appliqués sur le terrain. Néanmoins, cette étude montre que le conditionnement des oiseaux pour optimiser leur efficacité d'utilisation fait partie des stratégies de baisse de P pour augmenter la durabilité de la production.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Angel R., Ashwell C., 2010. *Revist. Bras. Zootech.*, (39), 268-278.
- Faridi A., Gitee, A., France J., 2015. *Poult. Sci.*, (94), 2753-2762.
- INRA, 1989. *L'alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volailles*. 2nd édition.
- Létourneau-Montminy M. P., Lescoat P., Narcy A., Sauvant D., Bernier J.F., Magnin M., Pomar C., Nys Y., Jondreville C., 2008. *Brit. Poult. Sci.*, (49), 705-715.
- Létourneau-Montminy M. P., Narcy A., Lescoat P., Bernier J.F., Magnin M., Pomar C., Nys Y., Sauvant D., Jondreville C., 2010. *Animal.*, (4), 1844-1853.
- Proszkowiec-Weglarz M., Angel R., 2013. *J. Appl. Poult. Res.*, (22), 609-627.
- Rousseau X., Valable A.S., Létourneau-Montminy M. P., Mème N., Godet E., Magnin M., Nys Y., Duclos M.J., Narcy A., 2016. *Poult. Sci.*, (0) 1-12.
- Yan F., Angel R., Ashwell C., Mitchell A., Christman M., 2005. *Poult. Sci.*, (84), 1231-1241.

Tableau 2. Effet des différents régimes sur les performances de croissance et le statut minéral osseux de 0-4 J.

	C	R	SEM	<i>P-values</i>
CMJ, g/j	17,34	17,35	0,13	0,94
Force à la rupture, N	14,56	15,26	0,41	0,84
Poids de cendres, g	0,075	0,074	0,002	0,86
Teneur en cendres, %	32,33a	30,44b	0,39	0,01
Ca Tibia,%	32,33	30,44	1,51	0,86
P Tibia,%	16,28	16,04	0,70	0,10
PC/Ca consommé, g/g	0,12b	0,14a	0,003	0,01
PC/PNP consommé, g/g	0,27b	0,31a	0,004	0,01

CMJ = Consommation Moyenne Journalière, Ca ou P Tibia = Teneurs en Ca ou P dans les cendres tibiales, PC/Ca ou PNP consommé = Ratio entre le poids de cendres et la quantité réelle de Ca ou PNP consommée de 0 à 4J ; Les valeurs portant des lettres sont significativement différentes ($P < 0,05$)

Tableau 3. Effet des différents régimes sur les performances de croissance et le statut minéral osseux de 5-8 J.

	CC	CR	RC	RR	SEM	<i>P-values</i>
CMJ 4-8J, g/j	35,94	35,98	35,62	35,72	0,24	0,57
CMJ 0-8J, g/j	26,50	26,54	26,43	26,42	0,19	0,92
GMQ 0-8J, g/j	22,78	22,83	22,68	22,65	0,16	0,75
IC 0-8J	1,19	1,16	1,17	1,18	0,01	0,06
DIA Ca, %	22,72b	46,78a	22,07b	49,64a	1,69	<0,001
DIA P, %	48,34b	55,68a	47,16b	56,57a	1,08	<0,001
Force à la rupture, N	34,05a	29,52b	33,43ab	29,50b	0,68	0,02
Poids de cendres, g	0,22a	0,20b	0,22a	0,20b	0,003	0,05
Teneur en cendres, %	12,36	10,92	12,24	10,72	0,31	0,13
Dépôt de cendres, g	0,14a	0,12b	0,14a	0,12b	0,003	0,05
Ca Tibia,%	33,17a	32,62ab	32,86ab	32,52b	0,89	0,04
P Tibia,%	17,51a	17,16b	17,37ab	17,19ab	0,52	0,05
PC/Ca consommé, g/g	0,15b	0,19a	0,15b	0,19a	0,004	<0,001
PC/PNP consommé, g/g	0,36b	0,45a	0,36b	0,45a	0,01	<0,001
DC/Ca consommé, g/g	0,097b	0,115a	0,098ab	0,116a	0,003	0,01
DC/PNP consommé, g/g	0,232c	0,278ab	0,236bc	0,280a	0,007	0,004

CMJ = Consommation Moyenne Journalière, GMQ = Gain Moyen Quotidien, IC = Indice de Consommation, DIA Ca ou P = Digestibilité Iléale Apparente de Ca ou P, Ca ou P Tibia = Teneurs en Ca ou P dans les cendres tibiales, PC ou DC/Ca ou PNP consommé = Ratio entre le poids de cendres ou dépôt de cendres et la quantité réelle de Ca ou PNP consommée de 5 à 8J ; Les valeurs portant des lettres sont significativement différentes ($P < 0,05$)

Tableau 4. Effet des différents régimes sur les performances de croissance et le statut minéral osseux de 9-18 J.

	CCC	CRC	RCC	RCR	RRC	SEM	<i>P-values</i>
CMJ, g/j	86,50	86,23	87,35	86,75	86,50	0,65	0,78
GMQ, g/j	63,63	62,85	63,90	63,33	63,37	0,38	0,38
IC	1,38	1,38	1,37	1,39	1,37	0,01	0,22
DIA Ca, %	35,05b	34,77b	34,81b	41,65a	37,36ab	1,83	0,03
DIA P, %	51,62	51,75	50,49	52,36	53,81	1,31	0,72
Force à la rupture, N	129,08	128,14	136,32	134,30	141,47	2,47	0,43
Poids de cendres, g	1,00	1,03	0,98	0,97	0,98	0,01	0,60
Teneur en cendres, %	40,29	40,40	40,45	40,96	40,10	0,14	0,49
Dépôt de cendres, g	0,79	0,83	0,76	0,75	0,78	0,01	0,38
Ca Tibia,%	33,41	33,04	33,24	35,20	33,47	2,53	0,20
P Tibia,%	17,06	16,56	16,83	17,75	16,78	1,52	0,15
PC/Ca consommé, g/g	0,404	0,415	0,386	0,433	0,393	0,006	0,08
PC/PNP consommé, g/g	0,873a	0,898b	0,835b	0,975a	0,850b	0,013	0,01
DC/Ca consommé, g/g	0,31	0,34	0,30	0,34	0,31	0,01	0,20
DC/PNP consommé, g/g	0,69	0,73	0,65	0,76	0,68	0,01	0,06

CMJ = Consommation Moyenne Journalière, GMQ = Gain Moyen Quotidien, IC = Indice de Consommation, DIA Ca ou P = Digestibilité Iléale Apparente de Ca ou P, Ca ou P Tibia = Teneurs en Ca ou P dans les cendres tibiales, PC ou DC/Ca ou PNP consommé = Ratio entre le poids de cendres ou dépôt de cendres et la quantité réelle de Ca ou PNP consommée de 9 à 18J ; Les valeurs portant des lettres sont significativement différentes ($P < 0,05$)