

**Optimisation de l'utilisation de phosphore (P)
alimentaire chez le poulet en croissance par une estimation
de l'impact des principaux facteurs de variation
que sont le calcium et la phytase microbienne**

Couture C, Chiasson R, Hamdi M, Narcy A, Létourneau-Montminy MP

N° de projet : **IA116572**

Durée : 06/2016 – 05/2019

FAITS SAILLANTS

- L'excrétion de P par les animaux d'élevage demeure problématique dans les régions à fortes densité de production.
- Le P minéral ajouté aux aliments pour poulets est une ressource non-renouvelable.
- Le P phytique a le potentiel d'être largement utilisé par l'utilisation des phytases exogènes.
- Les besoins de P ont été établis en 1994 (NRC) et sont donc désuets en plus d'être fixes sur une longue période conduisant à l'utilisation de larges marges de sécurité.
- De nouvelles données de dissection ont été générées dans ce projet et permettent de prédire la croissance des oiseaux actuels.
- En simulant la répartition du P et du calcium (Ca) dans les différents compartiments il est possible d'estimer le besoin de façon journalière et selon l'objectif de production visé.
- Ce modèle permet également de simuler différentes stratégies d'alimentation phosphocalciques pour réduire les coûts d'alimentation.

OBJECTIF(S) ET MÉTHODOLOGIE

Objectif :

Utiliser l'outil de modélisation mathématique, celui de méta-analyse et celui d'essai sur animaux afin de prendre en compte simultanément les mécanismes principaux impliqués dans le métabolisme de P et de Ca et de prédire les relations qui décrivent son comportement en intégrant les données déjà publiées pour optimiser l'utilisation de P.

Méthodologie :

L'outil de méta-analyse a été utilisé pour : 1) Prédire la digestibilité iléale de P et de Ca en fonction des principaux facteurs de variation et 2) Prédire l'effet des apports alimentaires de P et Ca sur les performances de croissance des poulets en croissance. Des essais sur animaux ont été réalisés pour générer des données non disponibles pour : 1) Estimer la concentration de P et de Ca dans les tissus par un essai de dissection sur des poulets de 0 à 42 jours d'âge et 2) valider le modèle mécaniste et les équations de méta-analyse par un essai in vivo. L'outil de modélisation a été utilisé pour : 1) Développer un module de simulation de la croissance des tissus chez le poulet simulant plus particulièrement le potentiel de dépôt des matières minérales et 2) Développer un modèle du devenir métabolique de phosphore et calcium alimentaires et de la dynamique des cendres corporelles chez le poulet en croissance incluant le module de croissance développé.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS POUR L'INDUSTRIE

Formation de personnel hautement qualifié :

Un des résultats les plus importants de ce projet pour l'industrie est sans aucun doute le nombre de personnel hautement qualifié formé. En effet, il a permis la formation de 2 étudiants français en Master 2, soit Anis Hedhli qui travaille aujourd'hui chez LeSaffre en France et Corentin Herisson qui travaille pour une compagnie d'additif végétaux en France. De plus, Catherine Couture étudiante canadienne ayant fait son baccalauréat à l'Université Laval et sa maîtrise dans le cadre de ce projet travaille aujourd'hui comme nutritionniste chez Nutreco. Elle a d'ailleurs été recrutée 8 mois avant de terminer sa maîtrise. Ce projet a permis à Catherine de faire un stage à L'Unité de Recherche Avicole de l'INRA d'avril à juin 2018 et d'aller faire un séjour au Maryland avec la professeur Roselina Angel une sommité dans le domaine des minéraux chez la volaille. Ceci n'est surement pas étranger au fait qu'elle a été recrutée très rapidement. Isabelle Lachance professionnelle de recherche et Manel Hamdi étudiante au post-doctorat ont également travaillé beaucoup sur le projet. Isabelle est toujours dans l'équipe et Dr Hamdi vient de terminer son post-doctorat et sera surement à même de se trouver rapidement un emploi.

Capacité du poulet à hydrolyser le P sous forme phytique :

En moyenne, dans la méta-analyse sur la digestibilité iléale de P, la digestibilité du P phytique était de 53% ce qui est très élevé. Cependant, cette dernière était modulée par les apports calciques et phosphorés semblant confirmer de précédents résultats montrant une hydrolyse accrue dans des aliments pauvres en P et riches en Ca possiblement à mettre en lien avec une régulation faisant intervenir la vitamine D. Ainsi, les valeurs P des matières premières changeraient selon les apports de Ca et de P total ce qui est très préoccupant et les équations développées ont déjà et auront énormément d'intérêt scientifique. En pratique, les apports de Ca sont plutôt élevés donc le P phytique serait peu valorisé par l'oiseau et nécessiterait l'usage de phytase exogènes.

Effet modulateur du Ca sur l'efficacité des phytases endogènes et exogènes :

En raison de l'interaction P Phytique x Ca, des apports élevés de Ca permettent une meilleure efficacité de la phytase microbienne (efficacité = sans vs avec phytase pour des apports de P et Ca similaires). Ainsi, lors d'une baisse des apports de Ca, l'efficacité de la phytase pourrait être modifiée. Ceci pose question et nécessiterait davantage d'études pour mieux ajuster le Ca en présence de phytase exogène, l'utilisation de cette enzyme étant généralisée sur le terrain ceci pourrait permettre une meilleure utilisation en pratique.

Effet modulateur du Ca et du P sur les performances de croissance :

La méta-analyse et l'essai ont clairement montré que le P et le Ca modulent tous deux les performances de croissance. Les performances sont dégradées par des apports trop faibles de P et trop élevés de Ca et la phytase améliore donc les performances selon les niveaux d'apport des deux minéraux. L'augmentation de l'apport de Ca réduit le gain moyen quotidien et l'indice de conversion dans les aliments bas en P, alors que son effet semble indépendant du P sur la consommation. Il est ainsi intéressant de noter que l'effet ne passe pas que par la consommation, l'indice de conversion étant affecté par une carence en P, mais seulement lorsqu'elle était induite par des niveaux élevés de Ca. Ces équations ont été intégrées dans le modèle et des simulations personnalisées pourront être réalisées.

Recommandations calciques différentes pour une maximisation des performances de croissance ou de la minéralisation osseuse : Au niveau de l'essai, des critères de minéralisation osseuse et de performance de croissance ont été mesurés. Les résultats montrent que de 10-21 jours où les apports phosphocalciques étaient contrastés, les meilleures performances de

croissance et de minéralisation osseuse étaient obtenues avec l'ajout de phytase à raison de 1000 FTU/kg dans un aliment apportant 2 g de P disponible/kg. Cependant, le gain de poids et l'indice de conversion était meilleur avec un apport de 6,5 g de Ca/kg aliment qu'avec un apport de 9,7 g/kg. Il est également à noter que les litières étaient plus humides dans le traitement 9,7 g/kg de Ca. Cependant, la minéralisation osseuse était meilleure (environ 6% plus élevée) avec l'apport de 9,7 g/kg, mais les performances étaient réduites de 3%. En finition, suite à la consommation d'un aliment sans phosphate avec 1000 FTU/kg de Ca et 7.4 g Ca/kg ces deux traitements conduisent à une minéralisation osseuse et des performances similaires. Il est ainsi possible d'alimenter les poulets sans phosphate durant la phase de finition à condition d'ajouter de la phytase exogène.

Construction d'un modèle permettant de donner des recommandations d'apport de P et de Ca selon différents objectifs de production : Un modèle du devenir du P et du Ca a été développé dans ce projet en intégrant les deux méta-analyses, l'essai de dissection et des données de l'Université du Maryland et de l'INRA. Ce dernier permet de simuler la répartition de P et de Ca dans les différents compartiments et de prédire l'effet du P et du Ca sur les performances de croissance et la minéralisation osseuse. Après comparaison avec les données de l'essai sur poulets réalisé dans ce projet, il pourra être utilisé pour donner des recommandations, ce qui est urgent pour l'industrie les besoins datant de 1994 (NRC).

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE ET/OU SUIVI À DONNER

La prochaine étape est la validation du modèle pour ensuite donner des recommandations d'apports qui sont très attendues suite à la présentation des premiers résultats à L'European Symposium of Poultry Nutrition en juin 2019. Les résultats générés permettent néanmoins déjà aux deux industriels impliqués de revoir leurs pratiques ou de confirmer leur approche.

Des étapes de validation du modèle en le comparant avec des données d'essais, des re-paramétrisation au besoin, puis la prédiction de recommandations sont les prochaines étapes. Compte tenu de l'intérêt de ses travaux les 3 chercheurs compte bien poursuivre cette collaboration via une suite à ce projet.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Nom de la responsable du projet : Marie-Pierre Létourneau Montminy
Téléphone : 418 656-2131 407352
Courriel : marie-pierre.letourneau@fsaa.ulaval.ca

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Ces travaux ont été réalisés grâce à une aide financière du Programme de soutien à l'innovation en agroalimentaire, un programme issu de l'accord du cadre Cultivons l'avenir conclu entre le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation et Agriculture et Agroalimentaire Canada.

Nous tenons à remercier Avimix et MixScience pour le temps investi dans les discussions des protocoles, des formules et des résultats. Ceci permet d'assurer le transfert des résultats aux utilisateurs.