

REDUCTION DU TAUX PROTEIQUE DANS L'ALIMENT FINITION CHEZ LE POULET DE CHAIR : CONSEQUENCES ENVIRONNEMENTALES

Méda Bertrand¹, Belloir Pauline^{1,2}, Lessire Michel¹, Juin Hervé³, Corrent Etienne²,
Lambert William², Tesseraud Sophie¹

¹URA, INRA, 37380 NOUZILLY

²AJINOMOTO EUROLYSINE S.A.S., 153 rue de Courcelles, 75017 PARIS Cedex 17

³EASM, INRA, 17700 SAINT-PIERRE-D'AMILLY

bertrand.meda@inra.fr

RÉSUMÉ

L'objectif de cette étude était d'évaluer les conséquences environnementales de la réduction du taux protéique de l'aliment chez le poulet de chair en finition. Pour cela, deux essais ont été réalisés avec des poulets de chair en finition ayant reçu un aliment contenant 19, 18, 17, 16, 15% ou 19, 17,5, 16% de protéines. A partir des performances zootechniques (gain de poids et ingestion), un bilan azoté a été réalisé pour estimer la rétention et l'excrétion. Le fumier a également été pesé et analysé (teneur en azote). La volatilisation de l'azote du fumier a ensuite été calculée. La baisse de protéines améliore de 3,4% l'efficacité de rétention azotée par point de protéines en moins. Cette rétention supérieure se traduit par une baisse de l'excrétion d'azote d'environ 12-14% par point de protéines en moins. De plus, la part d'azote excrété se volatilisant est réduite. En parallèle, trois scénarios de production de poulet de chair, nourris avec des aliments finition à 19, 17 ou 15% de protéines (S19, S17 et S15) ont été évalués par Analyse du Cycle de Vie. Les performances zootechniques étaient identiques dans les scénarios S19 et S17 mais l'indice de consommation était supérieur de 3% dans le scénario S15. Dans les scénarios S17 et S15, l'excrétion et la volatilisation de l'azote étaient réduites. La réduction protéique des aliments finition S17 et S15 permet la réduction de plusieurs impacts environnementaux (changement climatique, -6 et -10% ; eutrophisation, -8 et -12%). Pour l'acidification, alors que l'impact de la tonne d'aliment finition augmente de 3 et 5% pour S17 et S15, la réduction de l'excrétion et de la volatilisation de l'azote compense cet effet, pour un impact final de la tonne de vif réduit de 7% et 11% respectivement pour S17 et S15. Ces résultats confirment l'intérêt environnemental de l'utilisation d'aliments à teneur en protéines réduites.

ABSTRACT

Environmental implications of decreasing dietary crude protein content in finishing broilers

The aim of this study was to assess the environmental implications of decreasing CP content in broiler diets. Two trials with finishing broilers fed with diets with different CP content (19, 18, 17, 16 and 15%; 19, 17.5 and 16%, respectively) were carried out. From animal performance (growth, feed intake), a nitrogen balance was carried out to estimate retention and excretion. Manure was weighted and analysed for N content. From this data, nitrogen volatilization was estimated. With the CP decrease, nitrogen retention efficiency was improved by 3.4% per CP point. As a consequence, nitrogen excretion was decreased by 12-14% per CP point. This phenomenon was also associated to a lower proportion of the excreted N lost through gas emission (volatilization). Furthermore, three scenarios of broiler production were built and assessed using Life Cycle Assessment (LCA), where the CP content of the finishing diet was 19, 17 or 15% (scenarios S19, S17, S15 respectively). Animal performances were considered identical in S19 and S17 but not in S15 where feed conversion ratio was increased by 3%. In S17 and S15, nitrogen excretion of birds and volatilization from manure were lower than in S19. Results showed that reducing CP content of finishing diet reduced climate change and eutrophication LCA impacts (climate change: -6 and -10% for S17 and S15; eutrophication: -8 and -12% for S17 and S15). For acidification, while the impact per ton of finishing diet increased by 3 and 5% in S17 and S15, the reduced nitrogen excretion and volatilization compensated this negative effect, so that the impact per ton of live weight was reduced by 7 and 11% respectively. These results confirm that decreasing dietary crude protein content is a relevant strategy to reduce the environmental impact of broiler production.

INTRODUCTION

L'ammoniac (NH_3) est le principal composé émis par les élevages de volailles, suite à la volatilisation d'une partie de l'azote excrété par les animaux (Méda *et al.*, 2011). Ses effets sur l'environnement et la santé des animaux (et des éleveurs) sont nombreux. Ainsi, le NH_3 contribue à l'eutrophisation des eaux de surfaces et à l'acidification des sols (Méda *et al.*, 2011), tandis qu'il peut affecter négativement les performances des animaux et leur santé (troubles respiratoires ; Al Homidan *et al.*, 2003).

Afin de réduire les émissions de NH_3 des élevages, la réduction du taux protéique des aliments distribués est une stratégie pertinente. Ainsi, Méda *et al.* (2011) rapportent qu'une baisse d'un point de la teneur en protéines dans l'aliment permet de réduire d'environ 10% l'excrétion azotée, et par conséquent les émissions gazeuses. Cependant, Pesti (2009) souligne que la réduction du taux protéique de l'aliment s'accompagne fréquemment de dégradations des performances zootechniques (baisse de la croissance, dégradation de l'indice de consommation). De fait, ceci limite en pratique le recours à de telles stratégies alimentaires, puisqu'elles ont des conséquences négatives sur les performances économiques de l'élevage (hausse des coûts de production).

Récemment, des travaux menés par Belloir *et al.* (2017) ont montré qu'il est néanmoins possible, sans dégrader les performances ou la qualité des produits, de réduire de deux points la teneur en protéines de l'aliment finition chez le poulet de chair, en ajustant le profil en acides aminés de la ration à l'aide d'acides aminés industriels.

Ainsi, l'objectif de cette étude était d'étudier les conséquences environnementales à l'échelle de l'élevage (rejets et volatilisation) et du produit final (Analyse de Cycle de Vie) des stratégies à bas taux protéique proposées par Belloir *et al.* (2017).

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Dispositif expérimental

Deux expérimentations successives visant à étudier l'effet de la réduction du taux protéique de l'aliment chez le poulet de chair mâle Ross PM3 en finition ont été menées. Le protocole est décrit en détail par Belloir *et al.* (2017).

Pour la première expérimentation (Expé 1), 5 aliments expérimentaux à 19%, 18%, 17%, 16% et 15% de protéines ont été étudiés, tandis que dans la seconde (Expé 2), seulement 3 aliments, respectivement à 19%, 17,5% et 16% de protéines ont été étudiés. Les animaux ont été élevés sur litière (copeaux) en parquets de 3m² de 21 à 35j d'âge (38 animaux/parquet ; 8 parquets par traitement) et ont reçu l'aliment expérimental *ad libitum*. Les animaux ont été pesés au début et à la fin de la période expérimentale (+ poids des morts en cours d'élevage),

et la consommation totale d'aliment par parquet a également été mesurée.

1.2. Bilan de masse : rétention et excrétion azotée

Pour chaque parquet (n=8/traitement), l'ingestion totale d'azote (N_{ing} , g) a été calculée en multipliant l'ingestion totale d'aliment ($IngTot$, kg) par la teneur en protéines de l'aliment (TP , g/kg) divisée par 6.25 :

$$N_{ing} = IngTot \times TP / 6.25$$

La rétention corporelle (N_{ret} , g) totale du parquet a ensuite été calculée en multipliant le gain de poids total du parquet ($Gain$, kg ; animaux vivants+morts) par une teneur en azote constante dans 1 kg de poids vif (29 g/kg ; ITAVI, 2013). L'efficacité de rétention de l'azote (N_{effret} , %) a alors été estimée comme le ratio entre la rétention et l'ingestion.

$$N_{ret} = Gain \times 29$$

$$N_{effret} = 100 \times N_{ret} / N_{ing}$$

Enfin, l'excrétion totale d'azote du parquet (N_{exc} , g) a été calculée par différence en l'ingestion et la rétention, puis exprimée par kg de gain, pour faciliter la comparaison entre traitements ($N_{excgain}$, g/kg gain).

$$N_{exc} = N_{ing} - N_{ret}$$

$$N_{excgain} = N_{exc} / Gain$$

1.3. Bilan de masse : composition chimique du fumier et volatilisation de l'azote du fumier

Pour chaque traitement, 4 parquets ont été choisis aléatoirement pour étudier la composition du fumier et la volatilisation de l'azote de l'effluent. Pour ces parquets, après l'abattage des animaux, la quantité totale de fumier (m_{fumier} , kg) a été pesée et un échantillon représentatif de l'effluent a été prélevé pour analyse des teneurs en matière sèche et en azote (MS_{fum} , % ; N_{fum} , g). Les pertes d'azote par volatilisation (N_{pertes} , g) ont ensuite été calculées par différence entre les apports d'azote (litière propre : $N_{copeaux}$, g et excrétion : N_{exc}), et l'azote retrouvé dans le fumier. La volatilisation de l'azote (N_{vol} , %) a ensuite été exprimée par rapport à l'excrétion pour faciliter la comparaison entre traitement.

$$N_{pertes} = (N_{exc} + N_{copeaux}) - (N_{fum} \times m_{fum})$$

$$N_{vol} = 100 \times N_{pertes} / N_{exc}$$

1.4. Analyse de Cycle de Vie à l'échelle de la tonne de poulet vif en sortie d'élevage

Afin d'évaluer, à l'échelle du produit final, les conséquences environnementales de l'utilisation d'un aliment finition à teneur réduite en protéines, une approche d'Analyse de Cycle de Vie a été conduite sur trois scénarios (nommés S19, S17 et S15), utilisant des aliments finition respectivement à 19, 17 et 15% de protéines. Les impacts « Changement climatique », « Acidification », « Eutrophisation » et « Consommation d'énergie non-renouvelable » associés à la production d'une tonne de poulet vif en

sortie d'élevage ont ainsi été estimés (Figure 1). Plus spécifiquement, la production de poulets de chair de souche Ross PM3 abattus à 36 j pour un poids vif de 1,83 kg a été considérée. Les principales hypothèses et données utilisées pour décrire cette production sont issues du cas-type « poulet Standard Pays-de-la-Loire » Dusart *et al.* (2015) (Tableau 1).

Par ailleurs, il a été considéré que les aliments démarrage et croissance distribués dans les trois scénarios étaient identiques. Toutefois, si pendant la phase de finition, les performances ont été considérées comme identiques dans les scénarios S19 et S17 (en accord avec les résultats de Belloir *et al.*, 2017), l'indice de consommation a été considéré supérieur de 3% dans le scénario S15, en accord avec ces mêmes travaux. L'excrétion et la volatilisation de l'azote ont été supposées réduites dans les scénarios S17 et S15 en accord avec les résultats présentés dans les sections 2.1 et 2.2.

Différentes bases de données et modèles ont également été utilisés pour le calcul des impacts environnementaux :

- Ecoalim (Wilfart *et al.*, 2017) pour les impacts liés à la production des matières premières utilisées pour l'alimentation animale ;
- Ecoinvent 3 (Wernet *et al.*, 2016) pour les impacts liés au transport en camion, à la production et/ou l'utilisation d'eau, d'énergie et de litière (paille) ;
- Agribalyse (Koch et Salou, 2014) pour les impacts liés à la production des poussins et des matériaux de construction des bâtiments d'élevage ;
- EMEP-EEA (2013) pour l'estimation des émissions de NH₃, N₂O et CH₄ des effluents.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Efficacité de rétention azotée et excrétion

La Figure 2 présente, pour les deux expérimentations réalisées, les valeurs calculées de d'efficacité de rétention de l'azote, ainsi que les quantités d'azote excrétées par kg de gain de poids. La réduction du taux protéique de l'aliment a des conséquences directes sur ces deux variables, puisque la réduction d'un point du taux protéique a permis, sur la période 21-35j, d'augmenter en moyenne l'efficacité de rétention de 3,4 points (Figure 2a). Cette augmentation conduit même, pour les régimes les plus bas en protéines (*i.e.* <16%) à des valeurs de rétention supérieures à 70% de l'azote ingéré. Bien que très élevées, ces valeurs ont déjà été observées dans la littérature, mais chez de plus jeunes animaux (Siegert *et al.*, 2016). Il est par ailleurs possible qu'à de tels taux protéiques, une limite physiologique soit atteinte, et que l'efficacité de rétention soit donc maximale.

L'amélioration de la rétention azotée se traduit directement sur les quantités d'azote excrétée par kg de gain, avec, en moyenne, une diminution d'environ 2,5 g d'azote excrété par point de protéines en moins dans l'aliment (Figure 2b), ce qui correspond à une quantité réduite d'environ de 12 à 14% par point de

protéines. Cette réduction est cohérente avec la valeur de 10% rapportée par Méda *et al.* (2011) bien que légèrement supérieure.

2.2. Composition du fumier et conséquences sur la volatilisation de l'azote

La réduction de l'excrétion azotée entre 21 et 35j a eu un effet direct sur la teneur en azote du fumier. Ainsi celle-ci a été réduite en moyenne de 1,4 g/kg MS. En parallèle, l'humidité du fumier a également baissé (Figure 3a). Cette baisse peut être expliquée par la réduction de l'incorporation de tourteau de soja dans les aliments à bas taux protéiques. En effet, cette matière première riche en potassium augmente la consommation d'eau des animaux, et donc l'humidité des fientes (Francesch et Brufau, 2004).

La réduction de l'humidité du fumier pourrait également expliquer les plus faibles niveaux de volatilisation de l'azote observés avec les régimes à bas taux protéique. En effet, l'humidité de la litière est l'un des principaux facteurs contrôlant les processus microbiens à l'origine des émissions gazeuses d'azote, notamment d'ammoniac, composé majoritairement émis (Méda *et al.*, 2011). Ainsi, une réduction de 4 à 6 points de volatilisation de l'azote excrété a été observée par point de protéines en moins dans l'aliment (Figure 3b). Cette réduction de la volatilisation, combinée à la réduction de l'excrétion azotée décrite précédemment, conduit en moyenne à une réduction synergique d'environ 17% de l'azote perdu sous forme gazeuse (ammoniac principalement) par point de protéines en moins dans l'aliment.

2.3 Impacts environnementaux à l'échelle de la tonne de poulet vif en sortie d'élevage

Les impacts environnementaux associés à la production d'une tonne d'aliment finition et d'une tonne de poulet vif en sortie d'élevage sont présentés en Figure 4. A l'échelle de la tonne d'aliment finition (Figure 4a), les aliments à 17 et 15% de protéines conduisent à une réduction des impacts « Changement climatique » (-9% et -20% respectivement) et « Eutrophisation » (-4% et -8% respectivement) ainsi qu'à des consommations d'énergie non-renouvelable quasi-identiques. Toutefois, l'impact « Acidification » est augmenté de 3 et 5% dans les scénarios S17 et S15 respectivement. Ces variations d'impacts sont à rapprocher du changement de profil en matières premières des aliments avec la baisse de protéines (voir Belloir *et al.*, 2017) : une réduction de la part de tourteau de soja (28, 21 et 14% respectivement) et une hausse de la part de maïs (43, 51 et 58% respectivement).

A l'échelle de la tonne de poulet vif (Figure 4b), consommation d'énergie non-renouvelable demeure stable dans les scénarios S17 et S15 par rapport à S19. Pour les autres impacts considérés, une réduction est observée dans les scénarios S17 et S15, le scénario S15 permettant toujours une réduction plus importante

des impacts que le scénario S17, ceci malgré une dégradation de l'indice de consommation de 3% dans le scénario S15.

Toutefois, la réduction de l'impact « Changement climatique à l'échelle du kg de poulet vif est de de plus faible ampleur (-6 et -10% respectivement pour S17 et S15) qu'à l'échelle de l'aliment finition. En effet, cette réduction étant « atténuée » par la contribution des autres aliments et des autres postes (poussin, bâtiment, effluent).

A l'inverse, pour l'impact « Eutrophisation », la réduction est encore plus importante (-8 et -12% respectivement pour S17 et S15), en lien avec la réduction conjointe de l'excrétion azotée et de la fraction azotée volatilisée (sections 2.1 et 2.2). Cette baisse de l'excrétion et de la volatilisation permet également de réduire l'impact « Acidification » de 7 et 11% respectivement dans les scénarios S17 et S15, alors qu'à l'échelle de l'aliment finition, l'impact « Acidification » des scénarios S17 et S15 était supérieur à celui du scénario S19. Les réductions simultanées de l'excrétion azotée et de la fraction azotée volatilisée dans des aliments finition à teneur réduite en protéines permettent ainsi de compenser l'impact supérieur « Acidification » des aliments finition S17 et S15.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Al Homidan A., Robertson J.F., Petchey A.M., 2003. World Poultry Sci. J., (59), 340–349.
- Belloir P., Méda B., Lessire M., Juin H., Corrent E., Lambert E., Tesseraud S., 2017. 12^{èmes} JRAPFG.
- Dusart L., Méda B., Protino J., Chevalier D., Dezat E., Chenut R., Ponchant P., Lescoat P., Berri C., Bouvarel I., 2015. 11^{èmes} JRAPFG, 881–886.
- EMEP/EEA 2013. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013 – technical chapter 3.B, 65 p.
- Francesch M and Brufau J 2004. World Poultry Sci. J., (60), 64–75.
- ITAVI, 2013. Estimation des rejets d'azote, phosphore, potassium, calcium, cuivre, zinc par les élevages avicoles. 63 p.
- Koch P, Salou T., 2014. Agribalyse® : Rapport méthodologique, 386 p.
- Méda B, Hassouna M, Aubert C, Robin P, Dourmad JY, 2011. World Poultry Sci. J., (67), 441–456.
- Pesti G.M., 2009. J. Appl. Poult. Res., (18), 477–486.
- Siegert W., Wild K.J., Schollenberger M., Helmbrecht A., Rodenhutscord M., 2016. Brit. Poultry Sci., (57), 424–434.
- Wernet G., Bauer C., Steubing B., Reinhard J., Moreno-Ruiz E., Weidema B., 2016. Int. J. Life Cycle Assess., (21), 1218–1230.
- Wilfart A., Dauguet S., TAILLEUR A., Willmann S., Laustriat M., Magnin M., Garcia-Launay F., Gac A., Espagnol S., 2017. 12^{èmes} JRAPFG.

CONCLUSION

La réduction du taux protéique de l'aliment chez le poulet de chair en finition présente donc un fort intérêt environnemental puisqu'elle permet de réduire conjointement plusieurs impacts environnementaux, d'une part par en réduisant l'utilisation de tourteau de soja importé d'Amérique du Sud, et d'autre part, en réduisant les rejets azotés de l'élevage (excrétion et émissions gazeuses), et ce même si l'indice de consommation est dégradé avec l'aliment finition à 15% de protéines. Toutefois, afin de compléter cette étude, il conviendra d'évaluer les conséquences économiques (coûts de production du vif et/ou du filet) d'une telle stratégie alimentaire à bas taux protéique utilisant des acides aminés industriels, notamment dans le scénario S15 où l'indice de consommation est dégradé de 3%.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée avec le soutien financier d'Ajinomoto Eurolysine S.A.S et de l'INRA. Les auteurs remercient le personnel de l'Unité Expérimentale du Magneraud et de l'Unité de Recherches Avicoles pour l'appui technique.

Tableau 1. Principales données et hypothèses utilisées pour le calcul des impacts environnementaux associés à la production d'une tonne de poulet vif en sortie d'élevage.

Animaux		Bâtiment		Hypothèses de distances (km)	
Souche	Ross PM3	Surface des bâtiments	2 x 1300m ²	Production des MP – Usine d'aliment	variable selon les MP
Âge à l'abattage (j)	36	Type de bâtiment	Colorado dynamique	Usine d'aliment – Elevage	50 km
Poids à l'abattage (kg)	1,83	Litière (kg/m ² /lot)	4,50	Couvoir – Elevage	200 km
Indice de consommation	1,73	Electricité (kWh/m ² /lot)	3,80		
Mortalité (%)	4,19	Propane (kWh/m ² /lot)	13,10		
Densité (animaux/m ²)	23,40				

MP : matières premières

Figure 2. Relations entre taux protéique de l'aliment et (a) l'efficacité de rétention de l'azote et (b) l'excrétion azotée chez le poulet mâle Ross PM3 entre 21 et 35j d'âge (n=8/traitement ; RMSE : root-mean-square error).

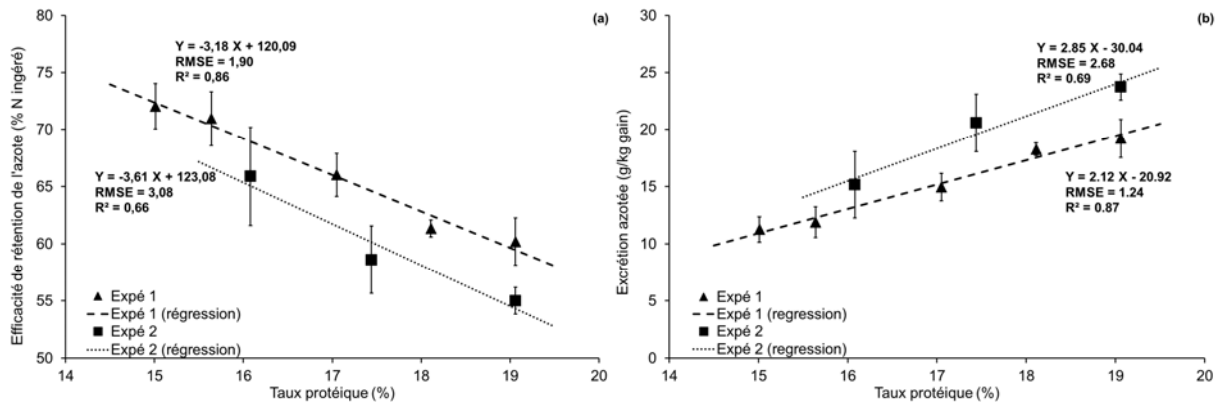


Figure 3. Relations entre taux protéique de l'aliment et (a) teneur en azote et humidité du fumier et (b) volatilisation totale de l'azote du fumier chez le poulet mâle Ross PM3 entre 21 et 35j d'âge. (n=4/traitement ; RMSE : root-mean-square error)

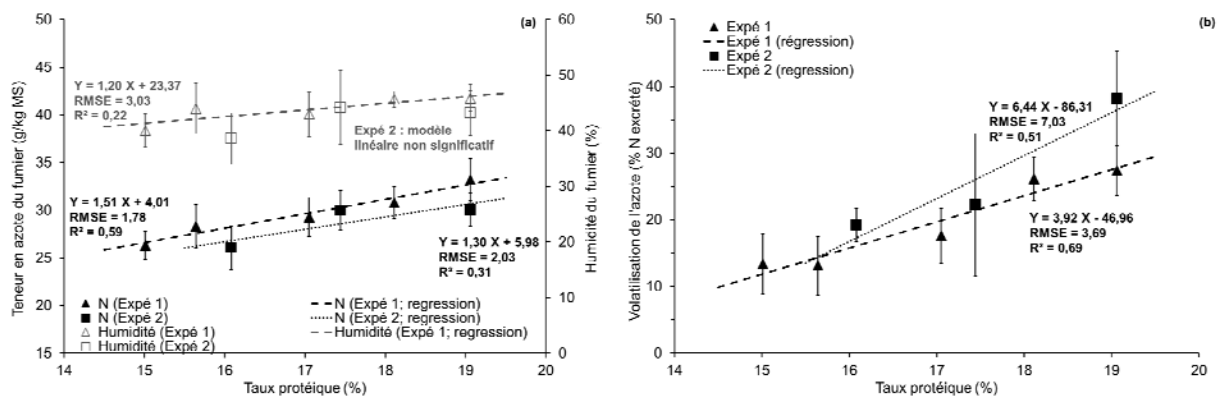


Figure 4. Impacts environnementaux (a) de la tonne d'aliment finition et (b) de la tonne de poulet vif en sortie d'élevage pour les scénarios S19, S17 et S15 (aliments finition respectivement à 19, 17 et 15% de protéines).

