

EFFET DE LA TENEUR EN PROTEINE ET DES CONDITIONS D'ELEVAGE SUR L'EMPREINTE ENVIRONNEMENTALE DES ALIMENTS EN POULET ROSS 308

C. Raybaud¹, P. Moquet¹, L. Vernerey¹, N. Brevault¹, S. Lecuelle², S. Fontaine² et W. Lambert²

¹MIXSCIENCE - 2 avenue de Ker Lann – 35172 BRUZ, FRANCE

²METEX NØØVISTAGO - 36 Rue Guersant – 75017 PARIS, France

charlotte.raybaud@mixscience.eu

RÉSUMÉ

L'impact environnemental des productions animales est un sujet d'actualité récurrent. En volaille de chair, la production des aliments peut représenter à elle seule plus de 80% de l'impact global. Les aliments, et notamment la réduction de la protéines brutes (PB), représentent donc un levier majeur à étudier lorsque l'on s'intéresse à l'impact environnemental d'un élevage. Un essai a été mené pour étudier l'effet d'une baisse de PB dans deux conditions d'élevage sur les critères environnementaux. Pour cela, 1305 poulets Ross 308 ont été répartis aléatoirement selon un plan factoriel 3*2 avec 3 niveaux de PB (Témoin : T, T-1pt et T-2pts) et 2 conditions d'élevage (CO : conditions optimales, CNO : conditions non optimales) avec 5 répétitions par groupe. Les taux de PB étaient de 22,0, 20,5, 18,5 et 17,5% pour les aliments témoin des phases démarrage, croissance, finition et retrait respectivement. Les groupes à faibles taux de PB ont été formulés en réduisant le niveau de PB de 1 ou 2 points dans toutes les phases mais en apportant tous les AA indispensables au niveau du besoin. La lysine digestible et l'AMEn ont été maintenus constants dans tous les groupes. Le tourteau de soja a ainsi été graduellement remplacé par du blé et des acides aminés (AA). Les CNO ont été obtenues en augmentant la densité de 15,4 à 18,1 oiseaux/m², en remplaçant l'anticoccidien par une solution vaccinale et les copeaux de bois de la litière par de la paille entière. Une ANOVA bidirectionnelle a été réalisée pour comparer les groupes et les valeurs p<0,05 ont été jugées significatives. Selon notre outil MatriCIEL®, les CNO ont eu un impact négatif sur l'empreinte environnementale par tonne de vif (+1 à 2% sur les 7 critères étudiés en CNO comparé aux groupes en CO). En CNO, la baisse de PB a permis d'améliorer l'impact environnemental global : changement climatique -6.6%, consommation d'énergie -1.0%, occupation du sol -2.0%, acidification -2.8%, eutrophisation terrestre -1.6%, eutrophisation des eaux de surface -10.8% et eutrophisation marine -5.4% pour le T-2pts comparé au T. En conclusion, cette étude démontre que la baisse de PB améliore les résultats environnementaux de la production de poulet de chair. Toutefois, l'empreinte environnementale d'une production n'est pas seulement dépendante de l'alimentation. L'amélioration des conditions d'élevage peut également être un levier de progrès sur lequel travailler.

ABSTRACT

Effect of dietary crude protein and rearing conditions on environmental footprint of Ross 308 broiler

The environmental impact of animal production is a recurring topical issue. In broiler poultry, food production alone can account for more than 80% of the overall impact. Food, and in particular the reduction of CP, represent a major lever to be considered when considering the environmental impact of a livestock. Therefore, the purpose of this trial is to investigate the effect of a decrease in CP under two rearing conditions on environmental criteria. A total of 1,305 male Ross 308 were randomly allocated to a 3 x 2 factorial design with 3 CP levels (Control : T, T-1pt and T-2pts) and 2 rearing conditions (Optimal: CO and suboptimal: CNO) as experimental factors. Each treatment was replicated 5 times. Dietary CP levels were 21.8, 20.3, 18.3, and 17.3%, in the starter, grower, finisher 1 and 2 T diets, respectively. Low CP treatments were formulated by reducing CP level by 1 or 2 pts in all phases. Soybean meal was gradually replaced by wheat and feed-grade amino acids (AA). All indispensable AA were adequately supplied at the level of assumed requirement, digestible Lys and AMEn were kept constant across treatments. Changes in rearing conditions were achieved by using Paracox vaccine at 0 and 9 d of age, removing coccidiostats, replacing wood shaving by long straw as bedding material and increasing density from 15.4 to 18.1 bird/m² for S kept birds. A two-way ANOVA was used to compare groups and P-values <0.05 were deemed significant. According to our MatriCIEL® tool, CNO had a negative impact on the environmental footprint per tonne of live (+1 to 2% on the 7 criteria studied in CNO compared to the CO groups). In CNO, the decrease in CP has made it possible to improve the global environmental impact: climate change -6.6%, energy consumption -1.0%, land use -2.0%, acidification -2.8%, terrestrial eutrophication -1.6%, eutrophication of surface waters -10.8% and marine eutrophication -5.4% for T-2pts compared to T. In conclusion, this study demonstrates that the decrease in CP improves the environmental outcomes of broiler production. However, the environmental footprint of a production is not only dependent on food. Improving livestock conditions can also be a lever for progress.

INTRODUCTION

D'après la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) l'élevage représente 14,5% des émissions de gaz à effet de serre induites par les activités humaines, et les émissions provenant de la production, la transformation et le transport des aliments représentent 45% des émissions du secteur agricole (Gerber *et al.*, 2013). Si on prend comme exemple l'élevage des poulets de chair en élevage conventionnel, la production des aliments (culture et transformation des matières-premières) peut représenter à elle seule plus de 72% de l'impact changement climatique (Prudêncio da Silva *et al.*, 2014). Les aliments représentent donc un levier majeur à étudier lorsque l'on s'intéresse à l'impact environnemental d'un élevage (Garcia-Launay *et al.* 2018). L'un des moyens de réduire l'impact environnemental des aliments est de baisser le niveau d'incorporation des tourteaux de soja importés (impact environnemental important lié à la déforestation ainsi qu'au transport de la matière première; Monteiro *et al.*, 2016) et donc par conséquent de réduire la teneur en protéines brutes (PB) des aliments.

Un essai a donc été mené afin d'étudier l'effet d'une baisse de PB dans deux conditions d'élevage sur les impacts environnementaux liés à la production et au transport des aliments.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Dispositif expérimental

L'essai a été mené au MiXscience Research Center (MRC ; Saint-Symphorien : Sarthe). 1305 poussins mâles Ross 308 d'un jour issus d'un même lot de reproducteurs de 29 semaines ont été approvisionnés du couvoir ORVIA. Les animaux ont été répartis de façon aléatoire dans 30 parquets selon un plan factoriel 3×2 (3 niveaux de protéines brutes, 2 conditions d'élevage) pour donner un total de 6 groupes, 5 répétitions par groupe de 40 ou 47 animaux afin de créer une différence d'accès à l'eau et à l'aliment entre les deux conditions d'élevage. La mise en lot a été effectuée en fonction du poids moyen par parquet à l'arrivée des animaux. Les animaux ont été élevés jusqu'à 42 jours d'âge.

1.2. Conditions d'élevage

Deux conditions d'élevage ont été étudiées : les conditions d'élevage dites optimales (CO) pour les groupes 1, 2 et 3 et celles dites non optimales (CNO) pour les groupes 4, 5 et 6. Les caractéristiques permettant de définir les conditions d'élevage sont définies dans le Tableau 1.

A J35, un détassage des animaux a été réalisé afin de respecter les densités définies : les traitements en conditions optimales passent de 40 poulets par parquet à 30 poulets par parquet. Ceux en conditions non

optimales passent de 47 poulets par parquet à 36 poulets par parquet.

1.3. Aliments expérimentaux

Le découpage alimentaire s'est réalisé de la façon suivante : de 0 à 10 jours pour la phase démarrage, de 11 à 21 jours pour la phase croissance, de 22 à 35 jours pour la phase finition et de 36 à 42 jours pour la phase retrait. Seuls les aliments des groupes 1 et 4 sont formulés en suivant l'intégralité des recommandations nutritionnelles liées aux différentes phases d'élevage. Ils correspondent aux groupes Témoin (T). Les groupes 2 et 3, 5 et 6 sont formulés sur les mêmes contraintes nutritionnelles que les groupes 1 et 4 respectivement, mis à part le niveau de protéines brutes (PB) qui est baissé d'un point (T-1pt) ou 2 points (T-2pts). Pour que cette baisse de PB puisse se réaliser, le tourteau de soja a été graduellement remplacé par du blé et des acides aminés (AA) de synthèse. Les ratios en acides aminés digestibles rapportés à la lysine digestible pour les principaux AA (Met, Met + Cys, Thr, Val, Ile, Arg) ont été maintenus. Les formules des aliments sont présentées dans le Tableau 4.

1.5. Mesures

Mesures zootechniques

A chaque changement d'aliment (J10, J21, J35 et J42), les animaux ont été pesés collectivement afin de déterminer les poids vifs moyens par parquet des animaux par période. La consommation d'aliment a également été enregistrée par parquet et par période. De plus, la mortalité a été relevée quotidiennement sur toute la période de l'essai. L'indice de consommation a ainsi pu être calculé par parquet, puis par groupe en tenant compte de la mortalité des animaux.

Mesures environnementales

Ces mesures ont été réalisées à l'aide de l'outil MiXscience MatriCIEL®. Développé en 2018, il permet de calculer l'impact environnemental de la production/livraison des aliments à partir de leur composition en matières premières. Cet outil est basé sur la méthodologie décrite dans le Feed PEFCR (Feed Product Environmental Footprint Category Rules), rédigé par la FEFAC. Il prend en compte 7 indicateurs d'impacts environnementaux qui sont intégrés directement dans le logiciel de formulation utilisé par MiXscience : changement climatique, acidification, occupation du sol, eutrophisation terrestre, des eaux de surface et marine et consommation d'énergie totale et ce sur 4 étapes :

- la culture ou l'obtention des matières premières ;
- le transport des matières premières vers l'usine de fabrication d'aliment (mode de transport et distance variable selon les matières premières considérées) ;
- la fabrication en usine (consommation d'eau et d'énergie) ;
- la livraison en camion jusqu'à la ferme (130 km) ;

Ainsi, les impacts environnementaux des aliments sont obtenus en même temps que leur prix, composition et caractéristiques nutritionnelles. Ces valeurs sont ensuite mises en relation avec l'ingéré et le gain de poids des animaux par parquet afin d'obtenir un impact environnemental rapporté à la tonne de poulet vif produite.

1.6. Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel R (v3.2.2). Une analyse de variance (ANOVA) bidirectionnelle a été réalisée pour le poids vif, l'indice de consommation et les 7 critères d'impacts environnementaux rapportés à la tonne de poulet vif, en prenant en compte l'effet de la PB, des conditions d'élevage ou les deux. Le seuil de significativité a été fixé à 5% ($p < 0,05$) en prenant comme unité statistique le parquet. L'analyse statistique de la mortalité a été réalisée quant à elle grâce au test du Khi 2 ($p < 0,05$).

2. RESULTATS ET DISCUSSION

Aucune interaction entre la baisse de PB et les conditions d'élevage n'a été détectée. De plus, aucune différence significative n'a été détectée entre les groupes pour la mortalité. Seuls les résultats significatifs seront commentés ci-après.

2.1. Performances zootechniques

Les résultats de performances zootechniques sont présentés dans le Tableau 2. A J10, J21 et J35, la baisse de PB a engendrée une diminution significative ($p < 0,05$) du poids vif des animaux en conditions optimales. Les conditions d'élevage ont eu un effet significativement négatif ($p < 0,05$) sur les poids vifs des animaux.

La baisse de PB a induit une augmentation significative ($p < 0,05$) de l'indice de consommation sur la période 0-10 jours. Sur la période 22-35 jours, les conditions d'élevage non optimales augmentent significativement ($p < 0,05$) l'indice de consommation de 8 points pour le groupe CNO/T-1pt comparé au traitement CO/T-1pt.

Sur la période globale 0-42 jours, bien qu'une diminution de poids vif est visible numériquement, l'IC est peu voire pas impacté par la baisse de PB, peu importe les conditions d'élevage. Ces résultats sont confortés par Maynard *et al.* (2021) qui montre des données semblables sur une période 0-41 jours avec des poids vifs non impactés par la baisse de PB mais des indices de consommation qui augmentent significativement, cela probablement dû à une plus forte baisse de la PB de 3 points sur la période croissance. Chrystal *et al.* (2019) montre également que la baisse de PB à des niveaux semblables à ceux étudiés dans cet essai sur la période 14-35 jours n'a aucun impact significatif sur le poids ou l'indice de consommation des animaux.

2.2. Impacts environnementaux

Les résultats environnementaux sont présentés dans le Tableau 3. Les conditions d'élevage non optimales ont eu un impact négatif sur les critères environnementaux rapportés à la tonne de poulet vif produite : +1 à 2% sur les 7 critères étudiés en conditions non optimales comparés aux groupes en conditions optimales.

Peu importe les conditions d'élevage, la baisse de 2 points de PB a permis d'améliorer significativement 4 critères environnementaux sur les 7 étudiés : l'impact changement climatique a été réduit de 6 à 8%, l'acidification de 1 à 2% l'eutrophisation des eaux de surface de 12% à 18% et l'eutrophisation marine de 5 à 9% pour les CO et CNO respectivement. Des résultats similaires sont observés dans la publication de Méda *et al.* (2017) dont les valeurs nutritionnelles sur la période finition 21-35 jours sont semblables (PB : de 19 à 17% ; changement climatique : -6%, eutrophisation : -8%). Toutefois, la publication consiste en une réelle analyse du cycle de vie, là où cette étude ne prend pas en compte les impacts liés à la production des poussins, la fabrication des bâtiments d'élevage ou encore l'estimation des émissions de NH_3 , N_2O et CH_4 des effluents.

Il est à noter que la baisse d'un point de PB n'améliore jamais significativement le bilan environnemental des aliments rapportés à la tonne de poulet vif produite, sauf pour l'eutrophisation des eaux de surface qui diminue de 4 à 5% pour les CO et CNO respectivement. Cela peut être expliqué par 1) la baisse de PB d'un point n'a pas dû réduire suffisamment l'entrée du tourteau de soja importé; 2) la dégradation des poids vifs des animaux.

De plus, une plus grande amélioration du bilan environnemental est observée lorsque la PB est réduite dans des conditions d'élevage non optimales. En effet, les conditions d'élevage ayant déjà diminué significativement les poids vifs des animaux, la baisse de PB n'a finalement qu'un très faible impact sur les performances des poulets de chair.

CONCLUSION

Cette étude confirme que la baisse de PB améliore les résultats environnementaux des aliments de poulet de chair notamment par la diminution de l'incorporation de tourteaux de soja importés. Toutefois, l'empreinte environnementale d'une filière n'est pas seulement dépendante de l'alimentation. Dans cette étude, certains critères environnementaux sont impactés par les conditions d'élevage. De ce fait, le choix du modèle de production influe sur l'évaluation environnementale. Cette étude ne consistant pas en une réelle analyse du cycle de vie (rejets non pris en compte par exemple), d'autres essais doivent être menés pour réaliser un bilan global des productions.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Chrystal P.V., Moss A.F., Khoddami A., Naranjo V.D., Selle P.H., Liu S.Y., 2019. Poul. Sci., (99), 1421-141.
- FEFAC, 2018. PEFCR Feed for food-producing animals.
- Garcia-Launay F., Dusart L., Espagnol S., Laisse-Redoux S. Gaudré D., Méda B., Wilfart A., 2018. British Journal of Nutrition, (120), 1298-1309.
- Gerber P.J., Steinfeld H., Henderson B., Mottet A., Opio C., Dijkman J., Falcucci A., Tempio, G., 2013. Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- GFLI, 2020. GFLI Database. <https://globalfeedlca.org/gfli-database/>.
- Maynard C.W., Ghane A., Chrystal A.V., Selle P.H., Liu S.Y., 2021. Animal Feed Science and Technology, (276), 114928.
- Méda B., Belloir P., Lessire M., Juin H., Corrent E., Lambert W., Tesseraud S., 2017. 12^{ème} JRAPFG.
- Monteiro A.N.T.R., Garcia-Launay F., Brossard L., Wilfart A., Dourmad J.Y., 2016. J. Anim. Sci., (94), 4832-4847.
- Prudêncio da Silva V.P., van der Werf H.M.G., Soares S.R., Corson M.S., 2014. J. Environ. Manage., (133), 222-231.
- Wilfart A., Espagnol S., Dauguet S., Tailleur A., Gac A., Garcia-Launay F., 2016. PLOS ONE, 11, e0167343.

Tableau 1. Caractéristiques définissant les conditions d'élevage optimales et non optimales.

	Optimales	Non optimales
Vaccination Paracox 5	Non	A réception : par nébulisation dans les boîtes Rappel : à J9 dans les plasons
Anticoccidien dans l'aliment	Diclazuril (1 ppm)	Non
Litière	Copeaux	Paille broyée avec repaillage restreint
Densité	15.3 animaux/m ² (40 poulets /parquet)	18.1 animaux/m ² (47 poulets /parquet)

Tableau 2. Effet de la baisse de protéines et des conditions d'élevage sur le poids vif (PV, en g) et l'indice de consommation (IC). Les valeurs sont représentées selon des moyennes ± l'écart-type.

		Conditions optimales			Conditions non optimales			Effets	
		T	T-1pt	T-2pts	T	T-1pt	T-2pts	PB	Conditions d'élevage
0-10j	PV	269,10 ± 6,58	263,43 ± 8,94	257,90 ± 11,86	269,02 ± 11,75	260,17 ± 5,91	251,72 ± 9,60	ns	ns
	IC	1,140 ^b ± 0,024	1,157 ^{ab} ± 0,012	1,186 ^a ± 0,026	1,124 ^b ± 0,032	1,147 ^{ab} ± 0,010	1,185 ^a ± 0,015	***	ns
11-21j	PV	994,88 ^a ± 26,41	981,11 ^a ± 11,29	937,65 ^{ab} ± 33,66	970,81 ^{ab} ± 39,31	963,81 ^{ab} ± 6,35	919,51 ^b ± 35,50	**	**
	IC	1,304 ± 0,058	1,311 ± 0,020	1,312 ± 0,033	1,330 ± 0,028	1,313 ± 0,014	1,336 ± 0,017	ns	ns
22-35j	PV	2425,60 ^a ± 40,04	2409,43 ^a ± 42,92	2345,72 ^{ab} ± 44,82	2280,22 ^{bc} ± 70,21	2255,84 ^{bc} ± 35,66	2248,51 ^c ± 50,85	***	***
	IC	1,620 ^b ± 0,023	1,632 ^b ± 0,031	1,617 ^b ± 0,007	1,667 ^{ab} ± 0,039	1,715 ^a ± 0,020	1,625 ^b ± 0,023	***	***
36-42j	PV	3305,04 ^a ± 13,53	3279,00 ^a ± 68,06	3230,59 ^a ± 48,38	3038,33 ^b ± 104,48	3013,53 ^b ± 77,96	3062,38 ^b ± 64,87	ns	***
	IC	1,755 ± 0,061	1,780 ± 0,115	1,753 ± 0,065	1,830 ± 0,067	1,793 ± 0,061	1,776 ± 0,055	ns	ns
0-42j	PV	3305,04 ^a ± 13,53	3279,00 ^a ± 68,06	3230,59 ^a ± 48,38	3038,33 ^b ± 104,48	3013,53 ^b ± 77,96	3062,38 ^b ± 64,87	ns	***
	IC	1,551 ^b ± 0,019	1,570 ^{ab} ± 0,029	1,559 ^b ± 0,018	1,586 ^{ab} ± 0,017	1,597 ^a ± 0,009	1,570 ^{ab} ± 0,025	ns	**

* P < 0,05 ; ** P < 0,01 ; *** P < 0,001 ; ns P > 0,05 ; j : jours

Tableau 3. Effet de la baisse de protéines et des conditions d'élevage sur sept indicateurs environnementaux (de la culture des matières-premières à la livraison des aliments en élevage) rapportés à la tonne (T) de poulet vif produite sur la période globale de l'essai 0-42 jours. Les valeurs sont représentées selon des moyennes ± l'écart-type.

	Conditions optimales			Conditions non optimales			Effets	
	T	T-1pt	T-2pts	T	T-1pt	T-2pts	Protéines	Conditions d'élevage
Changement climatique (kg CO2 eq/T)	1139 ^{ab} ± 14	1128 ^b ± 21	1083 ^c ± 13	1164 ^a ± 12	1142 ^{ab} ± 6	1092 ^c ± 18	***	***
Consommation d'énergie (MJ/T)	13352 ^b ± 163	13703 ^{ab} ± 253	13652 ^{ab} ± 159	13499 ^{ab} ± 143	13730 ^a ± 77	13641 ^{ab} ± 221	*	ns
Occupation du sol (m ² a/T)	2070 ^{ab} ± 25	2090 ^{ab} ± 39	2049 ^b ± 24	2116 ^a ± 22	2115 ^a ± 12	2065 ^{ab} ± 33	*	**
Acidification (mlcH eq/T)	16,3 ^{ab} ± 0,2	16,5 ^a ± 0,3	16,2 ^b ± 0,2	16,6 ^a ± 0,2	16,6 ^a ± 0,1	16,2 ^b ± 0,3	*	ns
Eutrophisation terrestre (mlcN eq/T)	64,6 ^b ± 0,8	65,9 ^{ab} ± 1,2	65,3 ^{ab} ± 0,8	65,9 ^{ab} ± 0,7	66,5 ^a ± 0,4	65,7 ^{ab} ± 1,1	*	*
Eutrophisation des eaux de surface (kg P eq/T)	0,50 ^a ± 0,01	0,48 ^b ± 0,01	0,44 ^c ± 0,01	0,51 ^a ± 0,01	0,48 ^b ± 0,00	0,44 ^c ± 0,01	***	ns
Eutrophisation marine (kg N eq/T)	8,90 ^{ab} ± 0,11	8,79 ^b ± 0,16	8,43 ^c ± 0,10	9,09 ^a ± 0,10	8,89 ^{ab} ± 0,05	8,49 ^c ± 0,14	***	**

Tableau 4. Composition et valeurs nutritionnelles des aliments démarrage sur la période 0-10 jours (en % de la formule)

	Démarrage 0-10 jours						Croissance 11-21 jours						Finition 22-35 jours						Retrait 36-42 jours						
	CO/ T	CO/T -1pt	CO/T- 2pts	CNO/ T	CNO/T- 1pt	CNO/ T-2pts	CO/T	CO/T- 1pt	CO/T- 2pts	CNO/T	CNO/T- 1pt	CNO/T- 2pts	CO/T	CO/T- 1pt	CO/T- 2pts	CNO/T	CNO/T- 1pt	CNO/T- 2pts	CO/T	CO/T- 1pt	CO/T- 2pts	CNO/T	CNO/T- 1pt	CNO/T- 2pts	
Matière première																									
Blé	25,0	27,4	29,8	25,2	27,5	29,8	35,2	37,5	39,8	34,9	37,6	40,3	39,7	39,8	39,9	39,8	39,8	39,8	44,939	44,8985	44,858	44,939	44,8985	44,858	
Tourteau de soja	28,9	21,4	13,9	29,2	21,5	13,9	16,3	13,9	11,5	16,4	14,1	11,8	10,2	10,9	11,5	10,1	10,9	11,6	14,1	11,7	9,3	14,1	11,7	9,3	
Maïs	28,6	23,2	17,8	28,8	23,3	17,7	17,0	15,5	14,0	17,3	15,7	14,0	17,3	18,4	19,4	17,2	18,4	19,5	17,6	18,05	18,5	17,6	18,05	18,5	
Son de blé	2,0	6,2	10,3	2,0	6,2	10,4	6,5	6,9	7,3	6,8	6,9	7,0	8,1	7,7	7,2	8,4	7,8	7,2	4,6	5,2	5,8	4,6	5,2	5,8	
Gluten 60	2,0	3,2	4,3	2,0	3,2	4,3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4,2	2,1		4,2	2,1								
Graine de soja							10,0	7,3	4,5	9,8	7,0	4,1	8,7	7,6	6,5	8,7	7,6	6,4	9	6,5	4	9	6,5	4	
Tourteau de colza	2,0	2,2	2,4	2,0	2,2	2,4	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0													
Huile de soja	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	
Huile de palme	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	
Bicarbonate de sodium	0,23	0,38	0,52	0,22	0,37	0,52	0,23	0,30	0,36	0,22	0,29	0,36	0,39	0,37	0,35	0,39	0,37	0,35	0,32	0,38	0,44	0,32	0,38	0,44	
Phosphate bicalcique	1,12	0,97	0,82	1,12	0,97	0,81	0,46	0,43	0,39	0,45	0,42	0,39	0,14	0,15	0,15	0,13	0,14	0,15	0,15	0,125	0,1	0,15	0,125	0,1	
Carbonate de calcium		0,06	0,11	0,44	0,52	0,59				0,35	0,41	0,46				0,40	0,44	0,47	0,35	0,395	0,44	0,35	0,395	0,44	
Sel	0,22	0,16	0,09	0,23	0,16	0,09	0,22	0,18	0,13	0,22	0,18	0,13	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,23	0,19	0,15	0,23	0,19	0,15	
DL-Méthionine 15%/Blé 85%	1,78	1,94	2,10	1,72	1,91	2,10	1,48	1,69	1,89	1,46	1,67	1,88	1,11	1,38	1,64	1,11	1,38	1,64	1,28	1,505	1,73	1,28	1,505	1,73	
L-Lysine HCL 25%/Blé 75%	1,24	2,02	2,80	1,19	2,00	2,80	1,24	1,77	2,29	1,24	1,77	2,29	1,45	1,54	1,62	1,46	1,54	1,62	0,99	1,5	2,01	0,99	1,5	2,01	
Thréonine 10%/Blé 90%	1,58	2,29	2,99	1,45	2,22	2,99	1,00	1,58	2,15	0,96	1,56	2,15	0,97	1,32	1,67	0,97	1,32	1,67	0,98	1,53	2,08	0,98	1,53	2,08	
Arginine 10%/Blé 90%	0,25	1,84	3,42		1,71	3,42	0,22	1,41	2,60	0,21	1,41	2,60	0,83	1,15	1,47	0,84	1,15	1,46	0,1	1,225	2,35	0,1	1,225	2,35	
Isoleucine 10%/Blé 90%		0,90	1,80		0,90	1,80		0,68	1,35		0,67	1,34		0,43	0,86		0,43	0,86		0,67	1,34		0,67	1,34	
Valine 10%/Blé 90%	1,02	1,78	2,54	0,88	1,71	2,54	0,77	1,45	2,13	0,77	1,45	2,12	0,70	1,18	1,65	0,70	1,18	1,65	0,77	1,43	2,09	0,77	1,43	2,09	
Tryptophane 10%/Blé 90%		0,11	0,22		0,11	0,22		0,11	0,22		0,11	0,22	0,40	0,31	0,22	0,31	0,26	0,22		0,11	0,22		0,11	0,22	
QSP¹	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,39	1,39	1,40	1,39	1,39	1,40	1,36	1,39	1,43	1,36	1,39	1,43	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	
Diclazuril 0.5%	0,50	0,50	0,50				0,50	0,50	0,50				0,50	0,50	0,50										
Nutriments²																									
Protéine brute (%)	21,9 9	20,99	19,99	22,0	21,0	20,0	20,5	19,5	18,5	20,5	19,5	18,5	18,5	17,5	16,5	18,5	17,5	16,5	17,5	16,5	15,5	17,5	16,5	15,5	
Matière grasse (%)	4,41	4,44	4,47	4,41	4,44	4,47	6,81	6,26	5,70	6,78	6,20	5,62	7,49	7,18	6,87	7,50	7,17	6,85	6,50	6,03	5,57	6,50	6,03	5,57	
E.M. (kcal/kg)	284 8	2850	2852	2847	2849	2851	2915	2915	2914	2915	2915	2915	3011	2996	2981	3011	2996	2980	2958	2959	2959	2958	2959	2959	
Lysine Digestibles (%)	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	
Méthionine D³/Lysine D.	0,47	0,47	0,48	0,46	0,47	0,48	0,45	0,46	0,48	0,45	0,46	0,47	0,44	0,45	0,47	0,44	0,45	0,47	0,44	0,46	0,48	0,44	0,46	0,48	
Méthionine + Cystine D./Lysine D.	0,73	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,73	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,73	0,73	0,72	0,73	0,73	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	
Thréonine D./Lysine D.	0,71	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,67	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	

¹QSP : premix et prémélanges, enzymes ; ²valeurs théoriques ; ³D : digestible