

LA VALEUR ENERGETIQUE DES BLES A FORTE VISCOSITE CHEZ LE POULET DE CHAIR EST MOINS VARIABLE AVEC L'AJOUT D'UN ANTICOCCIDIEN

Vilariño Maria ¹, Skiba Fabien ², Gaüzère Jean Marc ³, Métayer Jean-Paul ⁴

¹ ARVALIS-Institut du végétal, Pouline, 41100 Villerable, ² ARVALIS-Institut du végétal, 21 chemin de Pau 64121 Montardon, ³ CENTRALYS, 9-11 Avenue Arago, 78191 Trappes Cedex
⁴ ARVALIS-Institut du végétal, 91720 Boigneville

RESUME

L'analyse de la base de données d'ARVALIS – Institut du végétal comportant des valeurs de digestibilité de l'énergie de 76 lots de blé chez le poulet de chair, suggère que l'ajout d'additifs anticoccidiens dans l'aliment augmenterait la valeur énergétique du blé et réduirait la variabilité individuelle et ceci d'autant plus que la viscosité spécifique du blé est élevée. Pour valider cette observation, nous avons mis en place un essai de digestibilité sur poulets (9 animaux par traitement) afin de tester l'effet de l'ajout d'un anticoccidien ionophore sur la valeur énergétique des blés à faible (VS-) ou forte (VS+) viscosité. Nous avons également testé ces blés dans un essai zootechnique (9 parquets x 90 poulets par traitement), afin d'évaluer l'effet de l'ajout d'un anticoccidien dans un aliment à base de blé visqueux, avec (Acx+) et sans (Acx-) anticoccidien sur les performances de croissance du poulet standard. La valeur énergétique des quatre aliments expérimentaux n'est significativement pas différente. Cependant une tendance à la baisse ($p = 0,09$) est observée pour les aliments contenant des blés visqueux (VS+), avec une EMAn moyenne de 3231 kcal/kgMS, contre 3313 kcal/kgMS pour les aliments contenant les blés non visqueux (VS-). La variabilité de VS+ est fortement réduite par l'ajout d'un anticoccidien, les coefficients de variation étant de 6,02 % et 2,71 % pour Acx+ et Acx- respectivement. Dans l'essai de croissance, en absence d'anticoccidien, la viscosité dégrade significativement ($p < 0,001$) l'indice de consommation ($VS+ = 1,71$ vs. $VS- = 1,66$). La présence de l'anticoccidien améliore l'IC des animaux consommant un blé VS+ (1,63). Ce bon IC avec l'aliment VS+Acx+ s'accompagne d'une consommation d'aliment (1921 g/poulet) et d'un GMQ (43,7 g/j) significativement plus élevés que les deux autres traitements (1807 g/poulet – 40,3 g/j et 1853 g – 40,1 g/j pour VS-Acx- et VS+Acx- respectivement). En conclusion, les résultats bien que plus nuancés, vont dans le même sens que ceux observés dans notre base de données. Ils confirment, que l'ajout d'un anticoccidien dans des aliments à base de blé visqueux permet d'améliorer légèrement la valeur énergétique du blé mais surtout de réduire la variabilité individuelle.

ABSTRACT

Our previous results suggested a positive effect of coccidiostats on the energy value of high viscosity wheat. In order to study the effect of coccidiostats and of the viscosity on the nutritional value of wheat, we conducted a digestibility trial in broiler chickens (9 replicates per treatment). We measured the energy value of four diets containing two types of wheat (low VS- or high VS+ viscosity wheat) and with (Acx+) or without (Acx-) ionophore coccidiostats. At the same time three diets (VS-Acx-, VS+Acx- and VS+Acx+) were compared in a growth trial with broiler chickens (9 pens x 90 broilers per treatment).

The apparent metabolisable energy (AMEn) values of the diets were not significantly different but a trend ($p = 0,09$) was observed for a VS+ effect (3231 kcal/kg MS vs 3313 kcal/kg MS for VS+ and VS- respectively). Furthermore, the variability of VS+ diet was strongly reduced by the addition of coccidiostats, the coefficients of variation being 6,02% and 2,71% for Acx+ and Acx- respectively.

The results of the growth trial, from 0 to 27 days of age, showed that without coccidiostats the viscosity significantly ($p < 0,001$) depressed the feed conversion ratio (FCR) ($VS+ : 1,71$ vs. $VS- : 1,66$). On the other hand, the inclusion of coccidiostats in VS+ diet increased feed intake, weight gain and improved FCR ($VS+Acx+ : 1,63$).

These results confirmed the positive effect of the addition of coccidiostats into diets containing high viscosity wheat. The coccidiostats allowed to improve slightly the wheat energy value but especially reduced the individual variability.

INTRODUCTION

La plupart des auteurs convergent sur le rôle important des polysaccharides non amylacés (PSNA) hydrosolubles des blés, et donc de la viscosité, dans la réduction de l'utilisation des nutriments et la dégradation des performances de croissance des poulets de chair (Bedford et Classen, 1992 ; Choct et al., 1996, Carré et al., 2002). Les résultats de nos essais ont permis de mettre en évidence qu'une augmentation de la viscosité spécifique (VS) du blé est associée à une diminution de l'EMAn et à une augmentation de la variabilité de celle-ci (Barrier-Guillot et al., 1998 ; Skiba et al., 1999) ces deux effets n'étant expliqués que partiellement par ce critère. Cependant, nous avons obtenus parfois des résultats contradictoires pour lesquels la viscosité des blés n'a pas généré les effets négatifs attendus ou bien des effets plus faibles (Métayer, et al., 2007 ; Vilariño et al., 2005).

Pour tenter d'expliquer ces contradictions, nous avons analysé notre base de données comportant 76 valeurs de digestibilité de l'énergie du blé chez le jeune poulet. Nous avons ainsi observé que la présence ou non d'anticoccidiens pourrait être une cause de variabilité. En fait, l'ajout, dans l'aliment, d'additifs anticoccidiens augmente, d'une part, la valeur énergétique du blé (incorporé à 50 % dans l'aliment) et d'autre part, réduit la variabilité individuelle et ceci d'autant plus que la viscosité spécifique du blé est élevée.

Pour valider cette observation, nous avons mis en place deux essais sur poulets afin de tester l'effet de l'ajout d'un anticoccidien sur la valeur énergétique du blé et sur les performances de croissance des poulets de chair.

1. MATERIELS ET METHODES

Les deux lots de blé utilisés dans les essais étaient issus de la récolte 2005. Ils ont été choisis en fonction de leur niveau de VS, l'un faible (VS- ; 2,82 ml/gMS), l'autre fort (VS+ ; 6,35 ml/gMS). Les autres caractéristiques chimiques (protéines, amidon, parois, sucres totaux,...) étaient très similaires entre les deux lots. La composition chimique des lots de blé utilisés est présentée dans le tableau 1.

1.1. Digestibilité du blé chez le poulet de chair

Les aliments, un témoin et 4 autres suivant un dispositif factoriel 2 x 2 (viscosité/anticoccidien) ont été formulés et fabriqués par ARVALIS – Institut du végétal (Boigneville - 91). Ils ont été formulés de façon à couvrir les besoins en acides aminés (lysine, thréonine, acides aminés soufrés et tryptophane) et en minéraux (Ca et Pd). Un aliment complémentaire (A1), constitué de maïs (52,0 %), de tourteau de soja 48 (38,6 %), de gluten 60 (5,2 %) et d'huile (4,2 %) a été fabriqué, ainsi que deux mélanges AMV + acides

aminés avec ou sans anticoccidien. Le mélange AMV + acides aminés était constitué d'un prémix (PX3211), de phosphate bicalcique, de carbonate de calcium, de bicarbonate de sodium, des acides aminés et d'un additif anticoccidien ionophore (Salinomycine sodium 12). Les aliments contenant le blé à étudier étaient constitués de 50,0 % de blé, 45,3 ou 45,8 % de complémentaire et 4,7 ou 4,2 % d'AMV+acides aminés respectivement pour les aliments avec ou sans anticoccidien. Les matières premières ont été broyées à l'aide d'un broyeur à marteaux FAO type TITAN 2000 (3000 tr/mn, 64 m.s⁻¹) à la grille de 2 mm de diamètre. Les aliments ont ensuite été granulés à la vapeur (presse La Meccanica, type CLM200, filière de 2,5 mm x 35 mm, température des granulés en sortie de filière voisine de 65°C).

L'étude a été conduite sur des poulets mâles de souche Ross PM3 (8 répétitions d'un animal par traitement) mis en lot à J14, selon le poids vif dans un dispositif de répartition par blocs. Les bilans digestifs ont été effectués de J20 à J23 (17 heures de jeûne puis 55 heures d'alimentation à volonté et 17 heures de jeûne) avec une collecte journalière des excréta lors des 72 dernières heures. A J24, les poulets ont été euthanasiés et leur contenu jéjunale a été prélevé et centrifugé afin de mesurer la viscosité jéjunale (VJ) du surnageant. Les fientes ont été lyophilisées, broyées puis analysées par poulet. L'EMAn des blés a été calculée par différence avec celle de l'aliment témoin.

Tableau 1: Caractéristiques des blés utilisés dans les deux essais (% ou kcal/kg MS).

| Matière première | Blé VS- | Blé VS+ |
|--|---------|---------|
| Matière sèche | 85,9 | 87,0 |
| Matières azotées totales | 12,5 | 13,1 |
| Cellulose brute | 3,2 | 3,5 |
| Parois insolubles | 11,4 | 11,1 |
| Matières grasses hyd. | 2,3 | 2,3 |
| Matières minérales | 1,6 | 1,7 |
| Amidon Ewers | 68,0 | 67,4 |
| Sucres totaux | 3,5 | 3,2 |
| Arabinoxylanes solubles ⁽¹⁾ | 0,68 | 0,87 |
| Calcium | 0,02 | 0,03 |
| Phosphore | 0,34 | 0,37 |
| Energie brute (kcal/kg MS) | 4469 | 4455 |
| Viscosité spécifique | 2,82 | 6,35 |
| Somme ⁽²⁾ | 99,3 | 100,2 |

⁽¹⁾ : AX solubles = [Arabinose (%) + Xylose (%)] x 0,88.

⁽²⁾ : Protéines + Parois insolubles + amidon Ewers + sucres + MG hydrolyse + MM

1.2. Essai performances de croissance

Le bâtiment expérimental de CENTRALYS qui fait partie d'une exploitation agricole, est situé près de Redon (35), dans une zone à forte densité d'élevages. Une partie du bâtiment (400 m²) est aménagée avec

des parquets de 5 m² pour les traitements expérimentaux. Pour cet essai, 2430 poulets de souche Ross PM3 étaient répartis en 27 parquets, soit 90 poulets par parquet avec une densité de 18/m². Chaque régime a été testé sur 9 parcs contenant 90 poulets soit 810 animaux par régime.

Les animaux ont été mis en lot en fonction de leur poids à J0 et de leur sexe et répartis dans les parcs de manière à obtenir le même poids moyen par régime à J0. Le sexe ratio était équilibré dans chaque parc.

Les animaux ont été pesés à l'arrivée dans l'élevage (J0) puis à chaque transition alimentaire : J10, J21, J28 et J37. La consommation d'aliment a été contrôlée par parquet sur les mêmes périodes.

Les contraintes expérimentales nous ont amené à choisir 3 des 4 traitements de l'essai de digestibilité. Ainsi nous avons écarté celui qui nous semblait le moins intéressant, soit le « témoin négatif » VS-Acx+. Les trois traitements évalués concernent donc les aliments contenant : le blé non visqueux sans anticoccidien (VS-ACx-), le blé visqueux sans anticoccidien (VS+ACx-) ou le blé visqueux avec anticoccidien (VS+ACx+). Les lots de blés étaient les mêmes que ceux utilisés dans l'essai de digestibilité.

Les aliments ont été formulés par CENTRALYS et fabriqués par ARVALIS – Institut du végétal dans l'unité de fabrication d'aliments de Boigneville (91).

Les aliments de type commercial (D=démarrage, C=croissance, F= finition et R=retrait) étaient formulés de façon à être iso protéiques (22, 21, 19 et 18 % MAT pour D, C, R, et F respectivement) et iso énergétiques (2860, 3000, 3087 et 3135 kcal /kg pour D, C, R, et F respectivement). Leur composition en acides aminés essentiels est également similaire ainsi que leur teneur en calcium et phosphore disponibles. Ils étaient constitués de blé (46 à 62%), de tourteau de soja (31 à 21 %), de maïs (15 à 10 %), d'huile de soja (1,5 à 4 %), d'un prémix (PX3211), de CaCO₃, NaHCO₃, Méthionine DL, Lysine HCL et, selon le traitement, d'un anticoccidien (AMS salynomicine), sauf dans les aliments « retrait ». Aucun des aliments ne contenaient des enzymes. Les matières premières ont été broyées à l'aide d'un broyeur à marteaux Gondard à la grille de diamètre 6 mm (3000 tr/mn, 64 m.s⁻¹). Les aliments ont ensuite été granulés à la vapeur à l'aide d'une presse La Meccanica, type CLM200 (D) ou d'une presse Gondard type V300 (C, F et R), dans les deux cas avec une filière de 2,5 x 35 mm.

1.3. Méthodes d'analyses

La viscosité spécifique (VS) a été mesurée selon la méthode NF V03-749 (AFNOR, 1999). La teneur en protéines (N x 6,25) des aliments et des blés a été déterminée selon la méthode DUMAS NF V18-120 (AFNOR, 1997). La teneur en amidon des blés a été mesurée selon la méthode polarimétrique (directive 1997/79/CE, juillet 1999). Les parois insolubles dans l'eau ont été mesurées selon la méthode XP V18-111

(AFNOR, 1989). Les arabinoxylanes solubles (AX sol) ont été déterminés par CPG. Les teneurs en énergie brute des aliments et des excréta ont été mesurées à l'aide d'un calorimètre isopéribole C2000 (NF EN ISO 9831, mai 2004). La viscosité jéjunale (VJ) a été mesurée selon la méthode décrite par Bedford et Classen (1993).

1.4. Analyses statistiques

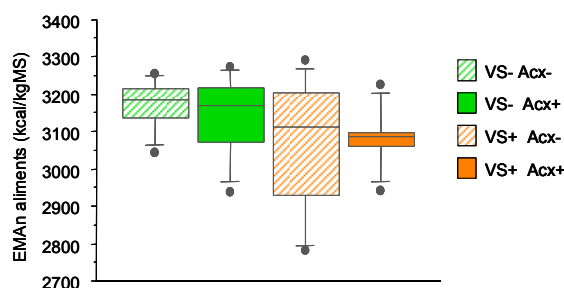
Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel STATVIEW 5.0 (SAS Institute Inc.). Les données ont été traitées par analyse de variance selon un plan factoriel 2 x 2 pour l'essai de digestibilité et par ANOVA simple suivi d'un test de Newman & Keuls pour l'essai croissance.

2 RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Valeur énergétique des aliments expérimentaux et des blés chez le poulet de chair.

Les valeurs énergétiques (EMA ou EMAn) des quatre aliments expérimentaux ne sont pas significativement différentes (Tableau 2). Cependant une tendance à la baisse (p = 0,09) est observée pour les aliments contenant le blé visqueux (VS+), avec une EMAn moyenne de 3231 kcal/kg MS, contre 3313 kcal/kg MS en moyenne pour les aliments contenant le blé non visqueux (VS-). De plus, la présence du blé visqueux augmente considérablement la variabilité individuelle (Figure 1). Bien que l'effet de l'ajout de l'anticoccidien ne soit pas significatif, il est intéressant d'observer que la variabilité engendrée par les blés visqueux est fortement réduite dans les aliments contenant l'anticoccidien (Acx+). Le coefficient de variation de l'EMAn des aliments VS+ est de 6,02 % à 2,71 % respectivement sans et avec anticoccidien.

Figure 1. Variabilité de la valeur énergétique des aliments contenant des blés à faible (VS-) ou forte (VS+) viscosité en absence (Acx-) ou présence (Acx+) d'un anticoccidien



Certains auteurs (Choct et al., 1996 ; Langhout, 1999) ont montré que les PSNA solubles ont une action directe (augmentation de la viscosité) et une action indirecte (augmentation de l'activité de la microflore). Une hypothèse pourrait être que les anticoccidiens, réguleraient l'activité de la microflore ce qui favoriserait l'utilisation de l'énergie des blés.

Cependant, le rôle des facteurs alimentaires sur l'équilibre de la microflore est encore mal connu chez les volailles (Engberg et al., 2000).

La viscosité jéjunale (VJ) obtenue avec l'aliment témoin (sans blé) est faible (2,2 cP) et elle augmente avec l'incorporation du blé et en particulier avec les aliments VS+ qui diffèrent significativement ($p < 0,001$) de celles obtenues avec les aliments VS-. L'ajout de l'anticoccidien qui n'a pas d'effet sur la VJ des aliments VS-, affecte négativement ($p = 0,05$) les aliments VS+. Nous n'avons pas d'explication à ce phénomène, mais en tous cas la VJ élevée des aliments VS+ n'a pas affecté leur valeur énergétique. La VS élevée du blé VS+ (6,4 ml/g MS) n'a donc pas engendré une augmentation aussi importante de la VJ, que celle observée dans nos travaux précédents (Skiba et al., 1999) pour des niveaux de VS équivalents avec toutefois des aliments ne contenant pas d'anticoccidien. D'ailleurs, la corrélation entre VS et VJ n'est pas significative dans cet essai. Dans notre base de données (ARVALIS sauf cet essai), la VJ est corrélée de manière variable (r^2 moyen = 0,60) à la VS selon les essais. Ceci peut être expliqué en partie par l'utilisation d'anticoccidiens ($r^2 = 0,63$ et 0,61 respectivement sans et avec Acx) mais pas uniquement, et les résultats de cet essai en sont la démonstration.

Des facteurs comme le type génétique, la consommation d'eau et les synergies et antagonismes entre ingrédients mériteraient une analyse.

L'EMAn des blés, calculée par différence, est en moyenne plus faible (-3 %) pour le blé VS+ par rapport au blé VS- (2993 et 3157 kcal/kg MS respectivement). L'EMAn moyenne est néanmoins inférieure à celle rapportée dans la table INRA-AFZ 2004 (3316 kcal/kgMS) et à la moyenne obtenue dans les essais ARVALIS (3192 kcal/kgMS) pour des blés avec des VS allant de 1 à 9 ml/gMS et avec ou sans anticoccidien. L'amélioration de la digestibilité de l'énergie (EMAn/EB) par l'ajout d'un anticoccidien ne concerne, que les blé VS+ qui passent de 66,5 % à 67,9 % (Acx- vs. Acx+ respectivement). La digestibilité de l'énergie des blés VS- est en moyenne de 70,4 %.

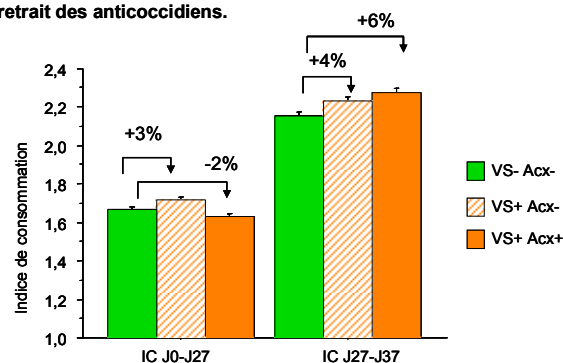
Toutes ces comparaisons montrent des écarts, certes, relativement faibles, mais qui peuvent représenter un gain significatif en conditions d'élevage, d'autant plus que la variabilité individuelle est fortement réduite.

2.2. Performances zootechniques des poulets de chair de 0 à 37 jours en condition d'élevage.

Les résultats de performance ont été analysés par période d'élevage (D, C, F, R), puis regroupés en deux phases (Tableau 2) : une première phase J0-J27 (moyennes de D, C et F) dont les conditions sont celles des traitements tels qu'ils ont été définis, puis une deuxième phase J28-J37 (R), caractérisée par l'absence d'anticoccidiens dans tous les aliments. Deux des trois aliments étant déjà dépourvus

d'anticoccidien, le seul traitement ayant suivi un changement est VS+Acx+. Etant donné que l'ajout de l'anticoccidien est l'une des variables de cette étude, la différenciation de ces deux phases était nécessaire. Pendant la phase J0-J27 (figure 2) les animaux qui ont consommé les aliments à base de blé visqueux sans anticoccidien (VS+Acx-) présentent un IC significativement ($p < 0,001$) dégradé (1,71) par rapport au traitement VS-Acx- (1,66). La présence de l'anticoccidien améliore l'IC des animaux consommant un blé VS+ (1,63). Cet indice est d'ailleurs le meilleur, bien qu'il ne se différencie pas significativement de VS-Acx-.

Figure 2. Effet de la viscosité (VS) et de l'ajout d'un anticoccidien (Acx) sur les indices de consommation pendant la période J0-J27 et en période de finition (J27-J37) après le retrait des anticoccidiens.



Ce bon IC avec l'aliment VS+Acx+ s'accompagne d'une consommation d'aliment (1921 g/poulet) et d'un GMQ (43,7 g/j) significativement plus élevés que les deux autres traitements (1807 g/poulet – 40,3 g/j et 1853 g – 40,1 g/j pour VS-Acx- et VS+Acx- respectivement).

Certains auteurs ont rapporté une amélioration du gain de poids et de l'indice de consommation (Mallet et al., 2003) par l'ajout d'un anticoccidien (ionophore), sur un régime à base de maïs en rapprochant ce comportement de celui des facteurs de croissance. Ils reportent également l'absence d'effet d'un blé à forte viscosité sur les performances des poulets de chair, ce régime contenant l'anticoccidien.

Les résultats de performance de la phase 1 et ceux de l'essai de digestibilité sont concordants, soit un léger effet négatif de la viscosité et une légère amélioration lorsque l'aliment contient un anticoccidien. Pendant la phase 2, suite au retrait de l'anticoccidien de l'aliment VS+Acx+, les résultats relatifs entre les traitements sont totalement inversés. L'IC de VS+Acx+ (le meilleur jusqu'à 27 jours) se dégrade fortement pendant cette phase. Il est donc, de J27-J37, significativement ($p < 0,01$) moins bon (2,28) que celui du traitement VS-Acx- (2,15) et même, en tendance (NS), que celui du traitement VS+Acx- (2,23). Pendant cette phase la consommation d'aliment est en moyenne de 1495 g/poulet, avec toujours une consommation, numériquement ($p = 0,06$) plus importante pour le traitement VS+Acx+, mais cela peut être lié simplement à leur poids vif plus élevé en

début de période R. Les GMQ obtenus avec l'aliment qui a subi le retrait d'anticoccidien sont dégradés, et se situent à un niveau intermédiaire entre les deux autres traitements.

CONCLUSION

Les résultats de ces essais vont dans le même sens que ceux observés dans notre base de données, mais ils sont beaucoup plus nuancés, avec une dégradation de l'EMAn et des performances moins importante qu'on pouvait l'espérer pour le blé très visqueux. Ils confirment néanmoins, que l'ajout d'un anticoccidien

dans des aliments à base de blé visqueux permet d'améliorer légèrement la valeur énergétique du blé et de réduire la variabilité individuelle. L'ajout d'un anticoccidien semble un facteur sécurisant dans l'alimentation de poulets à base de blés visqueux.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le personnel de la station expérimentale de Villerable, de l'unité de fabrication d'aliment, et du Pôle Analyses et Méthodes de ARVALIS – Institut du végétal ainsi que M. Lucas (éleveur) pour la réalisation de ces essais.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AFNOR. Association Française de Normalisation. Méthodes d'analyses des aliments des animaux.
 Barrier-Guillot B., Grosjean F., Métayer J.P., Gâtel F., 1998. Proc. 10th European Poultry Conference, 369-374.
 Bedford M.R., Classen H.L., 1992. J. Nutr. 122, 560-569.
 Bedford M.R., Classen H.L., 1993. Poult. Sci., 72, 137-143.
 Carré B., Idi A., Maisonier S., Melcion J.P., Oury F.X., Gomez J., Pluchard P., 2002. Br. Poult. Sci. 37, 609-621.
 Choct M., Hughes R.J., Wang J., Bedford M.R., Morgan A.J., Annison G., 1996. Br. Poult. Sci. 37, 609-621.
 Engberg R.M., Hedemann M.S., T.D., Leser T.D., 2000. Poult. Sci., 79, 1311-1319.
 Langhout D.J., 1999. Proc. 12th European Symposium of Poultry Nutrition, 203-212.
 INRA-AFZ, 2004. D. Sauvant, J.M. Pérez, G. Tran (eds), Seconde Edition révisée, INRA, Paris, 301p.
 Mallet S., Elie A.M., Lessire M., Bouvarel I., Urdaci M.C., 2003. 5èmes JRA, Tours, 26-27 mars 2003, 273-276.
 Métayer J.P., Vilariño M., Gaüzère J.M., Skiba F., 2007. 7èmes JRA, Tours, 28-29 mars 2007, 154-158.
 Skiba F., Barrier-Guillot B., Métayer J.P., Grosjean F., 1999. 3èmes JRA, St Malo, 23-25 mars 1999, 81-84.
 Vilariño M., Skiba F., Métayer J.P., Gaüzère J.M., 2005. 6èmes JRA, St Malo, 30-31 mars 2005, 168-173.

Tableau 2: Valeur énergétique des aliments et des blés et résultats de performance chez le poulet de chair.

| Niveau VS blés Anticoccidien | VS- | VS- | VS+ | VS+ | ANOVA | | |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|----------|
| | Acx- | Acx+ | Acx- | Acx+ | VS | Acx | VS x Acx |
| Valeur énergétique des aliments chez le poulet | | | | | | | |
| EMA (kcal/kg MS) | 3329 | 3297 | 3226 | 3236 | NS* | NS | NS |
| | <i>73</i> | <i>122</i> | <i>188</i> | <i>88</i> | | | |
| EMAn (kcal/kg MS) | 3173 | 3143 | 3072 | 3083 | NS* | NS | NS |
| | <i>69</i> | <i>112</i> | <i>185</i> | <i>84</i> | | | |
| EMAn/EB (%) | 71,1 | 70,6 | 68,9 | 69,4 | NS | NS | NS |
| | <i>1,6</i> | <i>2,5</i> | <i>4,2</i> | <i>1,9</i> | | | |
| VJ (cP) | 4,0 | 4,1 | 5,0 | 6,1 | *** | * | NS* |
| | <i>0,6</i> | <i>0,6</i> | <i>0,8</i> | <i>0,6</i> | | | |
| Valeur énergétique des blés calculée par différence | | | | | | | |
| EMA (kcal/kg MS) | 3298 | 3274 | 3088 | 3149 | | | |
| EMAn (kcal/kg MS) | 3167 | 3147 | 2961 | 3024 | | | |
| EMAn/EB (%) | 70,9 | 70,4 | 66,5 | 67,9 | | | |
| Résultats de performances chez le poulet en conditions d'élevage | | | | | <i>ETR</i> | <i>H0</i> | |
| Consommation J0-J27 (g) | 1807 c | | 1853 b | 1921 a | 62 | *** | |
| GMQ J0-J27 (g/j) | 40,3 b | | 40,1 b | 43,7 a | 2,2 | *** | |
| IC J0-J27 | 1,663 a | | 1,711 b | 1,628 a | 0,052 | *** | |
| Consommation J27-J37 (g) | 1490 | | 1471 | 1526 | 54 | NS* | |
| GMQ J27-J37 (g/j) | 69,3 | | 65,9 | 67,1 | 3,2 | NS* | |
| IC J27-J37 | 2,153 a | | 2,233 b | 2,275 b | 0,080 | ** | |
| IC à PVs ⁽¹⁾ à 1850 g/poulet | 1,830 a | | 1,882 b | 1,805 a | 0,011 | ** | |

⁽¹⁾ PVs : Poids vif standardisé. *Chiffres en italique* : écart-type d'échantillonnage.

Signification statistique : NS : P>0,10 ; NS* : P<0,10 ; * : P<0,05 ; ** : P<0,01 ; *** : P<0,001

a, b, c : Groupes homogènes par le test de Newman & Keuls (p<0,05)