

## LE PROMATEST : UN BON INDICATEUR DE LA QUALITE DU SECHAGE ET DE LA VALEUR ALIMENTAIRE DU MAÏS GRAIN CHEZ LES VOLAILLES

Métayer Jean Paul <sup>1</sup>, Debicki-Garnier Anne-Marie <sup>2</sup>, Skiba Fabien <sup>3</sup>

<sup>1</sup> ARVALIS-Institut du végétal, 91720 Boigneville,

<sup>2</sup> Danisco Animal Nutrition, PO box777, Marlborough Wiltshire, SNB IXN United Kingdom,

<sup>3</sup> ARVALIS-Institut du végétal, 21 chemin de Pau 64121 Montardon

### RESUME

Le maïs grain, de par sa teneur en eau plus ou moins élevée à la récolte (25 à 40%), doit être séché pour assurer sa conservation. L'intensité du séchage (durée, température, humidité initiale) peut être très variable. Le Promatest est une méthode de mesure permettant d'apprécier l'intensité du choc thermique reçu par le grain lors du séchage. Ce test est utilisé par les industriels pour le pilotage de la qualité amidonnaire car il donne une indication sur la facilité de séparation entre les protéines et l'amidon.

L'objectif de cette étude, était de vérifier si le Promatest est un indicateur de la valeur alimentaire du maïs chez les volailles, que ce soit de sa valeur énergétique ou de son effet sur les performances de croissance.

Pour cela, un lot de maïs de la récolte 2005 dont le taux d'humidité à la récolte était de 37 % a été divisé en 3 sous lots séchés à 3 températures différentes : 80°C, 110°C et 140°C. Après séchage, les maïs présentaient respectivement des valeurs du Promatest de 33 (bonne valeur industrielle), 25 et 12 (valeur passable). Les valeurs de Promatest étaient bien corrélées aux températures appliquées aux grains.

Chez le coq adulte, la valeur énergétique était significativement dégradée à 140°C, avec une réduction de 80 kcal/kg MS par rapport au maïs séché à 80 °C, soit une baisse de 2,1 % (P<0,001). La digestibilité de l'énergie (EMAn/EB) différait significativement entre les trois lots de maïs. Ainsi, la digestibilité était dégradée de 0,5 % et 2,1 % respectivement avec une température de séchage de 110°C et de 140°C.

Chez le poulet de chair, les performances étaient dégradées pendant la période démarrage – croissance (J0 à J28). On a observé un effet significatif du niveau du Promatest (P<0,01) sur l'indice de consommation (IC). Ainsi, avec les aliments contenant le maïs séché à 140 °C, les IC étaient dégradés respectivement de 2,3 % et 3,6 % par rapport aux aliments contenant les maïs séchés à 110°C et à 80°C. Pendant la période de finition (J28 à J38), on n'a pas observé d'effet du Promatest sur les performances des poulets. Sur l'ensemble de la période d'élevage (J0 à 38), l'IC était dégradé de 2,4 % (P=0,05) avec les aliments contenant le maïs séché à 140°C.

Ces résultats montrent que le Promatest peut être un indicateur intéressant pour prédire la valeur alimentaire du maïs chez les volailles.

### ABSTRACT

In France, corn, due to its high moisture content at harvest (25 to 40%), must be dried to ensure safe storage. The intensity of the drying process (time, temperature, initial moisture) can be very variable. The Promatest is a method of measurement that allows to assess the intensity of the thermal shock received by the grain during drying process. This test, which is a good indicator of separation between protein and starch, is used by the starch industry to monitor starch quality. The aim of our trials was to study if the value of the Promatest is a good indicator of the corn nutritional value for poultry (energy value and effect on growth performances).

A batch of corn with a moisture content at harvest of 37% was divided into 3 sub batches that were dried at 3 temperatures: 80°C, 110°C and 140°C. Promatest values were 33 (good industrial value), 25 and 12 (fair value) respectively for corn dried at 80°C, 110°C and 140°C. Promatest values were well correlated with temperatures applied to grains.

In adult cockerels, apparent metabolisable energy (AMEn) decreased by 80 kcal/kg DM with the highest drying temperature (140°C) compared to the treatment containing corn dried at 80°C (P<0.001). Energy digestibility (AMEn/GE) differed significantly between the 3 batches of corn. The reduction was of 0.5 % and 2.1 % with drying temperatures of 110°C and 140°C respectively.

In broiler chickens, growth performances were reduced during the starting and growing period (D0 to D28). The impact of the Promatest level was significant (P<0.001) on feed conversion ratio (FCR). Thus, FCR obtained with feed containing corn dried at 140°C was reduced by 2.3 % and 3.6 % when compared to feeds containing corn dried at 110°C and 80°C respectively. During the finishing period (D28 to D38), Promatest had no effect on growth performances. During the total period (D0 to D38), FCR decreased by 2.4% (P=0.05) when feed contained corn dried at 140°C versus corn dried at 80°C. These results show that Promatest can be an interesting indicator to predict the nutritional value of corn for poultry.

## INTRODUCTION

Le maïs grain est une matière première intéressante pour l'alimentation des volailles de par sa valeur alimentaire élevée. Mais la valeur énergétique du maïs peut être variable (Iji et al., 2006). Des résultats d'essais obtenus dans plusieurs pays à travers le monde (Cowieson, 2005) montrent que la valeur alimentaire du maïs peut varier de façon significative. Des écarts d'EMA de 500 kcal/kg sont rapportés par cet auteur. Un des facteurs importants de variation est l'effet de la température de séchage du maïs après récolte. Barrier Guillot et al., (1993) ont montré que des températures supérieures à 130°C pénalisaient la valeur énergétique du maïs chez le coq adulte. Toutefois, peu de résultats existent sur l'effet des températures de séchage du maïs sur sa valeur alimentaire chez le poulet de chair. La détermination du Promatest (NF V03-741) a été mise au point à l'origine pour l'utilisation amidonnière du maïs grain afin d'évaluer la dénaturation des protéines thermosensibles, l'état de solubilité des protéines étant retenu comme indicateur du choc thermique reçu par le maïs lors du séchage. Cowieson et Ravindran, (2008), ont montré que la valeur nutritionnelle d'un régime à base de maïs dépendait de la solubilité des protéines et de l'amidon et donc de leur digestibilité. L'objectif de cet essai était donc d'étudier l'effet de la température de séchage à travers l'indicateur Promatest sur la valeur énergétique du maïs et sur les performances de croissance des poulets recevant ces maïs.

## 1. MATERIELS ET METHODES

### 1.1. Matières premières

Les 3 maïs testés dans cet essai étaient issus d'un lot d'une tonne récolté en 2005 et provenant de la station expérimentale ARVALIS à Boigneville (91). Le lot de maïs de variété NEXXOS et de type corné-denté avait une humidité à la récolte de 36,6 %. Trois sous lots de maïs ont été constitués puis séchés à l'aide d'un séchoir expérimental reproduisant les conditions d'un séchage industriel. Trois températures de séchage ont été appliquées : 80°C, 110°C, 140°C respectivement pendant 10, 8 et 4h avec un objectif d'humidité finale de 14,5 %. Après séchage, les 3 lots de maïs ont été nettoyés à l'aide d'un nettoyeur séparateur à grilles planes (grille supérieure = Ø 10 mm, grille inférieure = Ø 4,5 mm) afin d'éliminer les grosses impuretés et les pellicules et enfin d'homogénéiser les lots.

### 1.2. Valeur énergétique du maïs chez le coq adulte

Les aliments expérimentaux étaient composés de 97 % de maïs et de 3 % d'AMV (1,0 % prémix + 1,3 % Phosphate bicalcique + 0,7 % CaCO<sub>3</sub>), sans additif anticoccidien. Les 3 lots de maïs ont été broyés à

l'aide d'un broyeur à marteaux ECMA type BR84 (2900 tr/mn, 58 m.s<sup>-1</sup>) à la grille de diamètre 4 mm. Les aliments étaient présentés en farine.

L'essai a été réalisé sur des coqs adultes intacts de souche ISABROWN (10 répétitions par traitement). Ils ont reçu leurs aliments ad libitum.

Le bilan digestif a été effectué par collecte journalière des excréta les 72 dernières heures (48 heures d'alimentation à volonté et 24 heures de jeûne à la fin du bilan), après une période d'adaptation à l'aliment de 65 heures et une mise à jeun de 24 heures avant le début du bilan (Bourdillon et al. 1990). Les fientes ont été lyophilisées, broyées puis analysées par coq. Ainsi, l'énergie brute et la teneur en protéines des maïs, des aliments et des excréta ont été mesurées de façon à calculer l'EMA (énergie métabolisable apparente). Le bilan azoté a été calculé par l'azote ingéré moins l'azote excrété pendant le bilan digestif afin d'aboutir à l'EMAn (énergie métabolisable apparente à bilan azoté nul).

### 1.2. Essai performances de croissance

La gamme alimentaire était constituée d'un aliment unique démarrage-croissance et d'un aliment finition (tableau 3). Les aliments ont été formulés de façon à être iso-énergétiques et iso-protéiques :

- Démarrage-croissance : EM = 2950 kcal/kg, MAT = 21,5 %, Lys = 1,21 %, Met +Cys = 0,88 %

- Finition : EM = 3150 kcal/kg, MAT = 19,0 %, Lys = 1,05 %, Met +Cys = 0,80 %.

Les maïs ont été broyés à la grille de diamètre 6 mm, le tourteau de soja 48 et la graine de soja extrudée à la grille de diamètre 4 mm. Un additif anticoccidien ionophore (AMS Monensin 20) a été incorporé dans les aliments au taux de 0,5 % ainsi qu'un prémix sans enzyme au taux de 1,8 % dans les aliments croissance et 1,6 % dans les aliments finition. Les aliments ont ensuite été granulés à la vapeur à l'aide d'une presse La Meccanica, type CLM200, filière de 2,5 mm x 35 mm. La température des granulés à la sortie de la filière était d'environ 65°C.

Chaque aliment a été testé sur 16 cages de 1 poulet en période de démarrage-croissance (J0 à J28) et en période de finition (J28 à J38).

Les poussins ont été mis en cages dès leur arrivée sur la station (jour de l'éclosion = J0) et ont été pesés individuellement (250 poussins). Les 48 poussins dont les poids étaient au centre de la distribution de la population initiale ont été retenus et placés de façon aléatoire dans leurs cages. Ils ont alors reçu leurs aliments expérimentaux.

Les performances de croissance (consommation d'aliment, gain de poids et indice de consommation) ont été mesurées pendant les deux périodes d'élevage (démarrage-croissance de J0 à J28 et finition de J28 à J38). Les animaux ont été pesés à J0, J28 et J38.

### 1.3. Méthodes d'analyses

Les analyses ont été réalisées en double sur les maïs et les aliments et en simple sur les excréta. Le Promatest a été déterminé sur les trois lots de maïs selon la méthode NF V03-741, sept. 2008. La teneur en protéines (Nx6,25) des maïs et des aliments a été déterminée selon la méthode DUMAS NF V18-120, 1997. La teneur en amidon des maïs a été mesurée selon la méthode polarimétrique (directive 1997/79/CE, juillet 1999). 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).

### 1.4. Analyses statistiques

Les analyses statistiques (facteur étudié = niveau de Promatest) ont été réalisées par analyse de variance à l'aide des logiciels StatBox 6.23 (Grimmer Soft) pour les résultats de digestibilité et Statview 5.0 pour les performances de croissance.

## 2. RESULTATS ET DISCUSSION

### 2.1. Caractéristiques des maïs

Les caractéristiques physiques et chimiques des 3 sous lots de maïs testés dans cette étude sont présentées dans le tableau 1.

Les teneurs en eau des maïs après séchage variaient de 14,6 % à 12,8 % respectivement pour les maïs séchés à 80 et 140°C. Les valeurs du Promatest (exprimées en équivalent albumine) différaient sensiblement entre les 3 maïs. Le maïs séché à 80°C présentait la valeur la plus élevée (33 = bonne valeur industrielle) et le lot séché à 140°C la valeur la plus faible (12 = valeur industrielle passable). Le lot séché à 110°C avait une qualité intermédiaire (25).

En moyenne, la composition chimique des 3 maïs était assez proche des valeurs de la récolte 2005 obtenues dans l'enquête maïs alimentation animale ONIGC – ARVALIS, (diffusion News@lim janvier 2006) et de celles figurant dans les tables INRA-AFZ, 2004. La teneur en protéines était assez faible et peu variable (8,7 % MS en moyenne). La teneur en amidon était en moyenne de 72,6 % MS, le maïs séché à 140°C présentant la teneur la plus faible (71,5 % MS) et le maïs séché à 80°C la teneur la plus élevée (73,3 % MS). La teneur en matières grasses était peu variable (5,5 % MS en moyenne). La teneur en parois insolubles dans l'eau était en moyenne de 9,1 % MS. La teneur en sucres totaux des trois lots de maïs était assez variable, le lot de maïs séché à 140°C présentant la teneur en sucres la plus élevée (3,3 % MS). La somme des composants (protéines, amidon, matières grasses, parois, matières minérales et sucres) était proche de 100, confirmant ainsi la cohérence des résultats obtenus pour les différents critères analysés. La teneur en énergie brute des maïs était peu variable

(4557 kcal/kg MS en moyenne). Cette valeur était supérieure de 90 kcal à la valeur figurant dans les tables INRA-AFZ, 2004.

### 2.2. Valeur énergétique du maïs chez le coq adulte

Les résultats de valeur énergétique du maïs (EMAn) chez le coq adulte figurent dans le tableau 2.

L'EMAn du maïs chez le coq était en moyenne de 3783 kcal/kg MS. Cette valeur était supérieure à celle citée dans les tables INRA-AFZ, 2004 (3704 kcal/kg MS pour le coq adulte) et dans la base ARVALIS (3733 kcal/kg MS). Cependant, elle était proche de la valeur moyenne observée par Barrier-Guillot et al. (2001) (3765 kcal/kg MS) pour 25 lots de maïs de type corné-denté.

La valeur énergétique EMAn du maïs séché à 140°C (3734 kcal/kg MS) était significativement plus faible que celle des deux autres maïs séchés à 80 et 110°C (respectivement 3816 et 3799 kcal/kg MS), la différence entre ces deux derniers lots étant non significative.

La digestibilité de l'énergie (EMAn/EB) différait significativement entre les 3 maïs (P<0,001). Ainsi, la digestibilité était dégradée de 0,5 % et 2,1 % respectivement pour des températures de séchage de 110°C et 140°C. Ceci corroborait les résultats obtenus par Barrier-Guillot et al. (1993) qui avaient observé une dégradation de l'EMAn du maïs à partir de températures de séchage de 130°C.

### 2.3. Performances de croissance chez le poulet de chair

Les performances de croissance des poulets sont rapportées dans le tableau 4.

De J0 à J28, la consommation moyenne par poulet était de 1952 g. Elle ne différait pas entre les aliments. Le poids moyen des poulets à J28 était de 1494 g. On n'observait pas de différence significative entre les traitements. On pouvait toutefois noter une baisse (non significative) de 2 g/j du GMQ avec le traitement à base de maïs séché à 140°C. Les indices de consommation (IC) de J0 à J28 variaient de 1,33 pour le traitement 1 à 1,37 pour le traitement 3. On observait un effet très significatif du niveau du Promatest du maïs (P<0,01) sur l'IC de J0 à J28. Ainsi, les IC obtenus avec les aliments contenant le maïs séché à 140°C (Promatest = 12) étaient dégradés de 2,3 et 3,6 % par rapport aux aliments contenant les maïs séchés à 110°C (Promatest = 25) et 80°C (Promatest = 33). Ces résultats étaient en accord avec ceux observés par Iji et al. (2003) qui avaient trouvé un effet négatif de l'augmentation de la température de séchage du maïs sur l'IC des poulets entre 0 et 28 jours d'âge (P<0,01).

Pendant la période finition (J28 à J38), la consommation moyenne par poulet était de 1860 g et le poids moyen des poulets à J38 était de 2623 g. On n'observait pas de différence significative entre les traitements entre ces deux paramètres. En

conséquence, le GMQ des poulets de J28 à J38 était peu variable. De J28 à J38 on n'observait pas d'effet du niveau du Promatest du maïs sur l'IC qui était en moyenne de 1,65 pour les 3 traitements.

Sur l'ensemble de la période d'élevage (J0 à J38), la consommation moyenne par poulet était de 3810 g. La consommation ne différait pas entre les aliments. Le GMQ des poulets était en moyenne de 68 g/j. On n'observait pas de différence significative entre les traitements. L'IC de J0 à J38 était en moyenne de 1,48. Les IC variaient de 1,46 pour le traitement 1 (Promatest = 33) à 1,50 pour le traitement 3 (Promatest = 12). Ainsi, en moyenne sur l'ensemble de la période d'élevage, l'IC du traitement 3 était dégradé de 2,4 % par rapport au traitement 1 (P=0,05).

## CONCLUSION

Les résultats de ces essais confirment que le Promatest est un bon indicateur de la qualité du séchage du maïs et en conséquence de sa valeur alimentaire pour les volailles. Chez le coq, des températures de séchage élevées (140°C) dégradent la valeur énergétique du maïs. La dégradation de l'EMAn pour une température de séchage de 140°C

(Promatest = 12) atteint 80 kcal/kg MS soit une baisse de l'EMAn du maïs de 2,1 % par rapport à des températures de séchage de 80°C (Promatest=33).

Chez le poulet, l'effet négatif du Promatest se retrouve principalement en période démarrage – croissance avec une dégradation de l'IC entre 0 et 28 jours pouvant atteindre 3,6 %. Sur l'ensemble de la période d'élevage, l'IC est dégradé de 2,4 % avec un maïs séché à 140°C.

Ces résultats montrent donc que le Promatest peut être un indicateur intéressant à prendre en compte pour estimer la valeur alimentaire du maïs pour les volailles, que ce soit sa valeur énergétique ou son effet sur les performances de croissance.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le personnel de la halle technologique des céréales, de l'unité de fabrication d'aliment, de la station expérimentale de Villerable, du Pôle Analyses et Méthodes d'ARVALIS – Institut du végétal et du laboratoire Germ Services pour la réalisation de ces essais.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Barrier-Guillot B., Zuprizal. Z.M., Jondreville C., Chagneau A.M., Larbier M., Leuillet M., 1993. Anim. Feed Sci. and Technol., 41, 149-159.
- Barrier-Guillot B., Métayer J.P., Roffidal L., 2001. 4ème Journ. de la Rech. Avi. Nantes, 205-208.
- Bourdillon A., Carré B., Conan L., Francesch M., Fuentes M., Huyghebaert G., Jansen W.M.M.A., Leclercq B., Lessire M., Mc Nab J., Rigoni M., Wiseman J., 1990. Brit. Poult. Sci., 31: 567-576.
- Cowieson A. J., 2005. Anim. Feed Sci. and Technol, 119: 293-305.
- Cowieson A. J., Ravindran V., 2008. Brit. Poult. Sci., 49: 37-44.
- Iji P.A., Khumalo K., Slippers S., Gous R.M., 2003. Reprod. Nutr. Dev. 43 : 77-90.
- INRA-AFZ, 2004. D. Sauvart, J.M. Pérez, G. Tran (eds), Seconde Edition révisée, INRA, Paris, 301p.

**Tableau 1:** Caractéristiques des 3 lots de maïs (% ou kcal/kg MS)

T°C séchage	80°C	110°C	140°C
<b>Promatest (eq albumine)</b>	<b>33</b>	<b>25</b>	<b>12</b>
Teneur en eau	14,6	14,2	12,8
Protéines	8,5	8,7	8,9
Matières minérales	1,2	1,3	1,3
Amidon Ewers	73,3	73,0	71,5
Sucres totaux	2,9	2,3	3,3
Matières grasses avec hyd.	5,5	5,5	5,4
Parois	8,8	8,8	9,5
Energie brute	4543	4557	4571

**Tableau 2 :** Valeur énergétique du maïs chez le coq adulte (kcal/kg MS)

T°C séchage	80°C	110°C	140°C	Proba	ETR
<b>Promatest (eq albumine)</b>	<b>33</b>	<b>25</b>	<b>12</b>		
EMA	3826 a	3808 a	3740 b	<0,001	23
EMAn	3816 a	3799 a	3734 b	<0,001	21
EMAn/EB (%)	83,9 a	83,5 b	82,2 c	<0,001	0,5

Les moyennes affectées de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5%.

**Tableau 3** : Caractéristiques des aliments de l'essai performances

T°C séchage	80°C	110°C	140°C	80°C	110°C	140°C
<b>Promatest (eq albumine)</b>	<b>33</b>	<b>25</b>	<b>12</b>	<b>33</b>	<b>25</b>	<b>12</b>
Aliments	Démarrage - croissance			Finition		
Traitement	T1	T2	T3	T1	T2	T3
<b>Composition (%)</b>						
Maïs 80°C	52,23	-	-	57,16	-	-
Maïs 110°C	-	52,23	-	-	57,16	-
Maïs 140°C	-	-	52,23	-	-	57,16
Tourteau soja 48	33,64	33,64	33,64	27,59	27,59	27,59
Graine soja extrudée	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Huile soja	3,70	3,70	3,70	5,60	5,60	5,60
Phosphate bicalcique	2,54	2,54	2,54	1,97	1,97	1,97
Carbonate de calcium	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Prémix	1,80	1,80	1,80	1,60	1,60	1,60
AMS Monensin 20	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Bicarbonate de sodium	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21
Méthionine DL	0,20	0,20	0,20	0,18	0,18	0,18
<b>Caractéristiques prévisionnelles (% ou kcal/kg)</b>						
Matière sèche	87,8	88,0	88,7	87,8	88,0	88,8
EMAn	2950	2960	2980	3150	3159	3187
Cellulose brute	3,7	3,7	3,7	3,4	3,4	3,4
Matière grasse	7,9	7,9	7,9	9,8	9,8	9,9
Matières minérales	7,0	7,0	7,0	6,0	6,0	6,0
Amidon	33,8	33,8	33,6	36,7	36,7	36,5
Protéines brutes	21,5	21,7	21,8	19,0	19,2	19,3
Lysine disp	1,07	1,07	1,07	0,92	0,92	0,92
Méthionine disp	0,50	0,51	0,51	0,45	0,46	0,46
Mét + Cys disp	0,80	0,81	0,81	0,72	0,73	0,73
Thréonine disp	0,73	0,73	0,73	0,64	0,64	0,64
Tryptophane disp	0,22	0,22	0,22	0,19	0,19	0,19
Calcium	1,10	1,10	1,10	0,90	0,90	0,90
Phosphore total	0,87	0,88	0,87	0,74	0,74	0,74
Phosphore disponible	0,49	0,49	0,49	0,39	0,39	0,39

**Tableau 4** : Performances de croissance des poulets

T°C séchage	80°C	110°C	140°C		
<b>Promatest (eq albumine)</b>	<b>33</b>	<b>25</b>	<b>12</b>	Proba	ETR
Traitement	T1	T2	T3		
Poids à J0 (g)	43,7	43,7	43,7		
<b>Période J0 à J28</b>					
Poids J28 (g)	1519	1500	1459	NS	147
Consommation (g)	1957	1956	1941	NS	194
GMQ (g/j)	53	52	51	NS	5
I. C.	1,33 b	1,34 b	1,37 a	< 0,01	0,03
<b>Période J28 - J38</b>					
Poids J38(g)	2634	2622	2613	NS	223
Consommation (g)	1839	1842	1904	NS	141
GMQ (g/j)	112	112	115	NS	10
I. C.	1,65	1,65	1,65	NS	0,06
<b>Période J0 - J38</b>					
Consommation (g)	3785	3802	3845	NS	311
GMQ (g/j)	68	68	68	NS	6
I. C.	1,46 b	1,48 ab	1,50 a	0,05	0,03

Les moyennes affectées de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5%.

NS : P>0,05