



Valeurs nutritionnelles du maïs 2024 et moyens de prédiction



Les conditions climatiques de l'année 2024 qui avaient déjà eu un impact en début de campagne avec un étalement des semis de maïs, ont également retardé leur maturité. Les récoltes ont débuté fin septembre et se sont étalées dans le temps dans certaines régions. Elles ont notamment été rythmées par les capacités des séchoirs, fortement sollicités du fait des taux d'humidité élevés au moment de la récolte. Pour accélérer le séchage des grains et éviter la saturation des structures en charge de cette opération, certains auraient pu augmenter les températures de séchage. En effet, les résultats de Coradi et al., (2020) montrent que passer de 80 °C à 120 °C (à 220 m³/h d'air), permet de fortement diminuer le temps de séchage du grain, qui est passé de 28 % à 10 % d'humidité, en seulement 1 heure et demie au lieu de 7 heures.

Le Promatest, indicateur du choc thermique subi par le grain lors du séchage, permet d'évaluer l'impact de ces conditions de séchage. Ce critère est suivi depuis des années dans les enquêtes menées par FranceAgriMer et ARVALIS. Pour la récolte 2024, la valeur moyenne nationale de Promatest est en baisse par rapport à la moyenne des cinq dernières années, toutes régions confondues (25,1 et 31,0 équivalent mg albumine respectivement).

Ce critère est suivi car il permet de suivre l'impact des températures de séchage trop élevées pouvant altérer les qualités amidonnées mais aussi nutritionnelles du maïs. Des études précédentes d'ARVALIS ont exploré le lien entre valeur du Promatest et digestibilité du maïs chez le coq : l'une a mis en évidence une relation significative (Métayer et al., 2009), tandis que l'autre n'a pas confirmé ce lien (Métayer et al., 2013), bien que les plus faibles niveaux de Promatest (14-18 eq. mg albumine) aient montré une diminution significative de la teneur en lysine digestible apparente chez le coq.

Nous avons donc souhaité réétudier cette relation à partir des lots de maïs de la récolte 2024 réceptionnés chez des fabricants d'aliments du bétail, évalués lors d'un essai de digestibilité sur coqs à la station ARVALIS de Villerable. Plusieurs acteurs du secteur de la nutrition animale ont accepté de nous fournir des lots de maïs (Nutriciab, SOAL et Le Guessant) et nous les en remercions.

Des lots de maïs avec une large gamme de Promatest

Tableau 1 - Composition chimique des maïs reçus (% MS)

Matières Premières	Lot Maïs 1	Lot Maïs 2	Lot Maïs 3	Lot Maïs 4	Moyenne Maïs R24*
Energie Brute, kcal/kg MS	4474	4498	4504	4504	4496
Amidon	76,0	76,1	74,9	74,6	76,2
Protéines	8,0	7,2	7,7	7,8	7,8
Matières Grasses après hydrolyse	4,3	4,7	4,3	4,4	4,5
Matières minérales	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
NDF	10,1	11,1	13,0	12,7	10,6
ADF	2,3	2,7	3,0	2,8	2,4
ADL	0,3	0,5	0,5	0,5	0,3
Parois végétales insolubles dans l'eau	9,1	9,2	11,5	10,6	9,4
Promatest mesuré (eq .mg alb.)	33,5	25,7	10,8	15,3	25,1

Fibres Van Soest : NDF : Fibres insolubles dans le Détergent Neutre ; ADF : Fibres insolubles dans le Détergent Acide ; ADL : Lignine

*Données issues du Qualit@lim Maïs 2024)

Les 4 lots de maïs analysés ont des teneurs en nutriments proches avec 1,5 et 0,8 point d'écart maximum entre lots respectivement pour l'amidon et la protéine. Toutefois, la teneur en fibres (parois insolubles dans l'eau) est plus forte dans les lots 3 et 4 que dans les deux premiers lots (2,3 et 1,4 d'écart respectivement).

Comparés aux valeurs moyennes du maïs de la récolte 2024 (Qualit@lim maïs 2024, n° 76), ces lots sont équivalents ou légèrement moins riches en amidon (entre - 0,1 à - 1,6 point), et équivalents ou un peu moins riches en protéines (entre + 0,2 et - 0,6 point). Les valeurs de matières grasses mesurées sont également proches de la moyenne 2024.



Au regard des valeurs de Promatest mesurées, les maïs ont été assemblés de manière à constituer 6 mélanges avec une gamme de Promatest la plus large possible à partir des lots reçus (12,5 à 28,4). Il faut rappeler que la qualification des maïs sur ce critère est déclinée en 5 qualités qui vont de « très bonne » (> 36) à « mauvaise » (<9) et que ces deux catégories extrêmes n'ont pas été obtenues.

Les proportions des maïs dans les aliments expérimentaux et les principales caractéristiques chimiques et valeurs de Promatest calculées sont les suivantes :

Figure 1 - Composition des mélanges de maïs

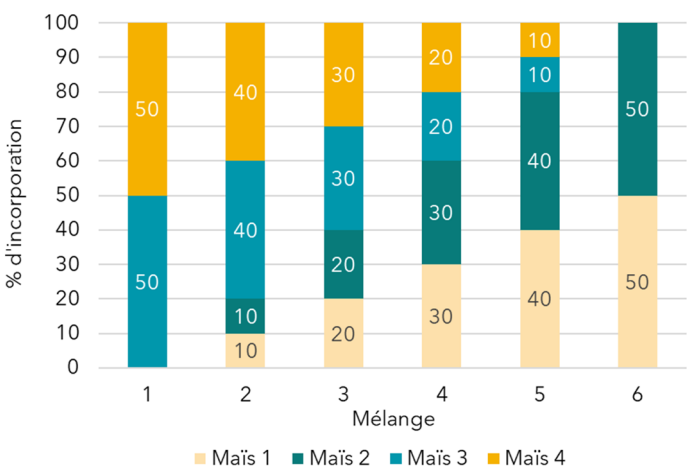


Tableau 2 - Principales caractéristiques chimiques et valeurs de Promatest calculées

Mélanges	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Caractéristiques nutritionnelles calculées (% MS)						
Protéines	7,8	7,7	7,7	7,7	7,6	7,6
Amidon	74,8	75,0	75,3	75,5	75,8	76,1
Matières Grasses sans hydrolyse	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80
Matières Grasses après hydrolyse	4,35	4,38	4,41	4,44	4,47	4,50
Energie Brute (kcal/kg MS)	4504	4500	4497	4493	4490	4486
Parois	11,05	10,67	10,29	9,91	9,53	9,15
Promatest *	12,5	15,7	18,9	22,1	25,2	28,4

* L'additivité du Promatest permet de recalculer les valeurs des lots de maïs reconstitués à partir des valeurs des maïs de départ en respectant les proportions

Certains critères chimiques des mélanges varient mais les écarts sont faibles. La teneur en amidon augmente (1,2 point au maximum) lorsque le Promatest augmente, mais les taux de protéines et d'énergie brute varient moins que l'incertitude de ces mesures.

Valeurs énergétiques des mélanges et lien avec le Promatest

Les mesures de digestibilité fécale ont été réalisées selon la méthode de Bourdillon et al. (1990), sur des coqs adultes de souche ISABROWN, et recevant les différents aliments expérimentaux ad libitum. Les aliments sont composés à 96 % des différents mélanges de maïs et à 4 % d'un aliment minéral et vitaminé. Ils sont présentés sous forme de farine.

Le mélange de maïs a un effet significatif ($P < 0,001$) sur la valeur énergétique et de digestibilité de l'énergie. Les mélanges de maïs M1 et M2, avec les Promatest les plus faibles, ont une valeur énergétique significative-ment plus faible que les mélanges M5 et M6 avec les Promatest les plus élevés.

Tableau 3 - Coefficients d'utilisation digestive et valeurs énergétiques des mélanges de maïs (moyennes ajustées et écart-types)

Mélanges	M1	M2	M3	M4	M5	M6	ETR	P-value (1)
Promatest	12,5	15,7	18,9	22,1	25,2	28,4		
EMA, kcal/kg MS	3715 c 31	3728 bc 18	3748 abc 22	3737 bc 40	3783 a 30	3764 ab 28	29,1	***
EMAn, kcal/kg MS	3704 c 29	3717 c 18	3738 abc 18	3729 bc 33	3769 a 23	3755 ab 24	25,0	***
EMAn/EB, %	82,2 d 0,7	82,6 cd 0,4	83,1 abc 0,4	83,0 bcd 0,7	83,9 a 0,5	83,7 ab 0,5	0,6	***

(1) NS : $P > 0,10$; * : $P < 0,05$; ** : $P < 0,01$; *** : $P < 0,001$

Les autres mélanges sont intermédiaires. Les écarts maximaux, entre M5 et M1, sont de 65 kcal/kg MS d'EMAn et de 1,5 point de digestibilité de l'énergie.

Les valeurs d'EMAn mesurées sont toutefois supérieures à la valeur des tables (FeedTables), de 45 à 110 kcal/kg MS avec les extrêmes.

Dans cet essai, les corrélations entre le Promatest et les différents critères sont assez fortes : avec l'EMAn, $R^2 = 0,80$; avec EMAn/EB, $R^2 = 0,88$ et avec l'EMA, $R^2 = 0,74$. Toutefois, l'amidon augmente et les parois diminuent proportionnellement au Promatest ce qui empêche d'affirmer que ce critère soit explicatif de l'EMAn à lui tout seul.



Comparaison à des valeurs prédites par équations

Plusieurs équations de prédiction à partir de la composition chimique spécifique au maïs ont été développées dans le passé, dont certaines ont été utilisées dans les publications Qualit@lim pour prédire les valeurs énergétiques chez le coq adulte.

Ainsi, nous avons appliqué ces équations de prédiction aux mélanges de maïs, d'une part pour vérifier la validité

de ces équations, construites sur des maïs ayant une composition moyenne qui a évolué avec aujourd'hui moins de protéines, moins de matière grasse et plus d'amidon et d'autre part pour vérifier si le critère Promatest n'affecte pas la prédiction.

Les deux équations utilisées sont les suivantes :

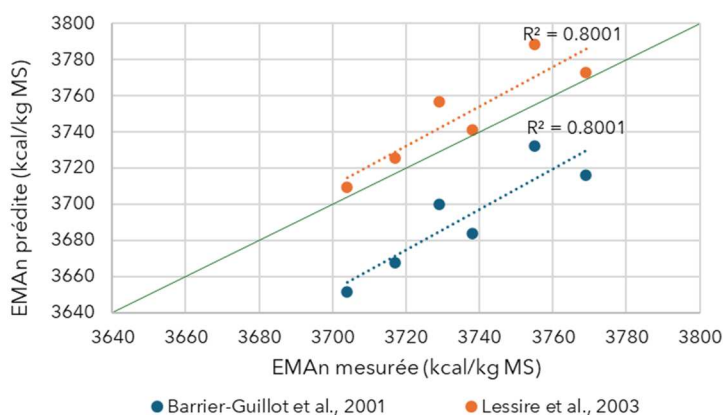
Lessire et al., 2003 éq. 6 : EMAn (kcal/kg MS) = 3930 + (62,69*MGa) - (41,51*Parois), $R^2 = 0,83$ et ETR = 53

Barrier-Guillot et al., 2001 : EMAn (kcal/kg MS) = 3915 + (39,5*MGb) - (39,4*Parois), $R^2 = 0,77$ et ETR = 19

(MGa : Matières Grasses sans hydrolyse ; MGb : Matières Grasses avec hydrolyse)



Figure 2 : Comparaison des EMAn prédites par rapport aux valeurs mesurées sur les animaux



Les deux équations choisies utilisent les deux mêmes composants : MG et parois et les coefficients sont relativement proches (hormis pour la MG car les méthodes d'analyses ne sont pas les mêmes). Pour autant, l'équation de Lessire et al. 2003, s'approche plus des valeurs obtenues dans cet essai. Même si elle surestime légèrement les valeurs (+ 4 à + 33 kcal/kg MS). L'équation proposée par Barrier-Guillot, au contraire, sous-estime les valeurs (- 23 à - 54 kcal/kg MS). Les deux équations prédisent des valeurs à 57 kcal/kg MS d'écart à chaque fois. Cette homogénéité de réponse (même pente) s'explique par le calcul de la composition de mélanges à partir des proportions de chaque maïs à l'origine.

Vingt ans plus tard, ces deux équations permettent d'approcher de manière assez fiable les valeurs énergétiques des maïs, et ce même dans le cas des mélanges de maïs. Enfin, il est important de signaler que la prédiction est assez bonne aussi pour des maïs ayant des valeurs de Promatest assez faibles, ce qui n'était sûrement pas le cas avant. En fait, ces deux équations ont été produites dans un projet mené en partenariat entre INRAe et ARVALIS, à partir de maïs collectés et séchés en conditions optimales.

Conclusion : La valeur énergétique des mélanges de maïs à plus faible Promatest (<18) est réduite de manière significative, par rapport à ceux qui présentent un Promatest un peu plus élevé (>25).

Cependant cet écart est de seulement 65 kcal/kgMS. En accord avec les résultats de 2009 (Métayer et al., 2009), le Promatest semble être un bon critère de prédiction de la valeur énergétique des maïs.



Références bibliographiques

- Barrier-Guillot, B. et al., 2001. Composition et valeur énergétique de 25 lots de maïs grain chez le coq adulte. Quatrièmes Journées de la Recherche Avicole, Nantes.
- Bourdillon A., Carré B., Conan L., Francesch M., Fuentes M., Huyghebaert G., Janssen W.M.M.A., Leclercq B., Lessire M., McNab J., Rigoni M., et Wiseman J., 1990. European reference method of in vivo determination of metabolisable energy in poultry: Reproducibility, effect of age, comparison with predicted values. British Poultry Science, 31 (3), p. 567-576. doi:10.1080/00071669008417288.
- Coradi, P. C. et al., 2020. Influences of Drying Temperature and Storage Conditions for Preserving the Quality of Maize Postharvest on Laboratory and Field Scales. Scientific Reports (10). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78914-x>.
- FranceAgriMer et Arvalis, 2025. La récolte de maïs grain 2024 : surface en augmentation et protéines en baisse, Qualit@lim, (76).
- Lessire, M. et al., 2003. Prédiction de la valeur énergétique métabolisable du maïs chez le coq adulte. Cinquièmes Journées de la Recherche Avicole, Tours.
- Métayer, J.P. et al., 2013. Relation entre le Promatest et la valeur nutritionnelle du maïs grain chez le poulet standard et le coq adulte. Dixièmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, La Rochelle, France.
- Métayer, J.P. et al., 2009. Le Promatest : un bon indicateur de la valeur alimentaire du maïs grain chez les Volailles. Huitièmes Journées de la Recherche Avicole, St Malo.

