

VALEUR ENERGETIQUE DES DRÊCHES DE BLE CHEZ LE COQ ENTIER ET LE POULET EN CROISSANCE.

Cozannet Pierre^{1,2}, Métayer Jean-Paul², Gady Cécile³, Primot Yvan⁴, Lessire Michel⁵,
Le Tutour Loïc⁴, Geraert Pierre-André³, Skiba Fabien⁶ et Noblet Jean¹

¹ INRA, UMR1079 SENAH, 35590 Saint Gilles, France

² ARVALIS - Institut du végétal, 91720 Boigneville, France

³ ADISSEO France SAS, 42 Avenue Aristide Briand, 92160 Antony, France

⁴ AJINOMOTO EUROLYSINE S.A.S., 153, rue de Courcelles, 75817 Paris, France

⁵ INRA, UR83 Recherches Avicoles, 37380 Nouzilly, France

⁶ ARVALIS - Institut du végétal, 21, chemin de Pau, 64121 Montardon, France

RESUME

Afin d'anticiper l'arrivée sur le marché de volumes supplémentaires de coproduits issus des industries bioénergétiques, les teneurs en EMAn de dix drêches de blé d'origine européenne et présentant des caractéristiques chimiques volontairement très différentes ont été mesurées chez le coq entier et le poulet en croissance selon des protocoles comparables. La méthode par différence avec un taux d'introduction commun de 25% de drêches de blé a été utilisée. Cette étude a permis de définir 1/ un profil moyen de composition et de caractéristiques physico chimiques des drêches de blé et 2/ les lois de réponse des coqs et des poulets à l'apport de drêches. La comparaison des valeurs individuelles mesurées sur les régimes permet de mettre en évidence des rapports EMAn/énergie brute et des teneurs en EMAn supérieures pour le coq par rapport au poulet ($P < 0,0001$) de respectivement 4 points (70 vs 66 %) et 0.76 MJ/kg MS (13,68 vs 12,91 MJ/kg MS). Pour ce qui concerne les drêches, d'importantes différences existent entre les échantillons avec des teneurs en EMAn (MJ/kg MS) variant de 8,40 à 11,62 (moyenne: 9,85) chez le poulet et 8,99 à 11,32 (moyenne: 10,34) chez le coq. La corrélation entre les valeurs EMAn des drêches chez le coq et le poulet est moyenne ($R = 0,68$; $P < 0,05$). Des équations de prédiction de la teneur en EMAn spécifiques de chaque modèle animal doivent alors être définies. Pour ces équations, la teneur en ADF apparait comme la meilleure variable d'estimation du contenu en EMAn du produit avec une prédiction meilleure chez le coq que chez le poulet ($R^2 = 0,82$ et $0,61$ et ETR = $0,35$ et $0,66$ MJ/kg MS respectivement). L'amélioration de la prédiction des valeurs pour le poulet nécessite de définir de nouveaux indicateurs de la qualité du produit. La spectroscopie proche infra rouge sera testée dans cet objectif.

ABSTRACT

In order to anticipate the increased availability of by-products from the bioenergy industry, 10 European wheat dried distillers grains with solubles (DDGS) with different chemical characteristics were measured for their AMEn/gross energy ratio and AMEn content on roosters and broilers according to the same experimental conditions. The difference method was used for evaluating the DDGS energy value with diets including 25 % DDGS. This study proposes 1/ an average profile of DDGS for nutrient content, physical properties and energy digestibility and 2/ factors influencing roosters and broilers response to DDGS. The AMEn/gross energy ratio and AMEn contents in diets were higher in roosters than in broilers ($P < 0.0001$) by 4 points (70 vs 66 %) and 0.76 MJ/kg DM (13.68 vs 12.91 MJ/kg DM), respectively. With regard to DDGS energy values, important differences were recorded between DDGS sources. Average (min-max) AMEn values of DDGS were 10.34 (8.99-11.32) and 9.85 (8.40-11.62) MJ per kg DM for roosters and broilers, respectively. These values for roosters and cockerels were poorly correlated ($R = 0.68$; $P < 0.05$). Prediction equations of AMEn content were then defined for each stage. In these equations, ADF content was the best first single predictor of AMEn; the prediction was better for roosters than for broilers ($R^2 = 0.82$ and 0.61 and RSD = 0.35 and 0.66 MJ/kg DM, respectively). Therefore, improvement in AMEn content prediction is required for broilers through new parameters for quality product estimation. Near Infrared Spectroscopy will be evaluated for further explanation.

INTRODUCTION

Face à l'augmentation importante du coût des matières premières, l'utilisation optimale de l'ensemble des matières premières disponibles pour l'alimentation des animaux d'élevage est impérative. La valorisation des coproduits des filières de production de bioéthanol dont la disponibilité sur le marché européen de l'alimentation animale augmente est, à ce titre, une alternative intéressante. Valorisées exclusivement par les ruminants jusqu'à présent, ces drêches devraient, étant donné l'accroissement de volume attendu, devenir de plus en plus disponibles pour les monogastriques. Mais très peu de données sont disponibles sur la valeur nutritionnelle de ces produits tant pour les porcs que pour les volailles. Les données beaucoup plus nombreuses sur les drêches de maïs, partiellement extrapolables aux drêches de blé, indiquent que ces coproduits ont des compositions chimiques et des propriétés physiques extrêmement variables selon les technologies mises en œuvre (Spiehs *et al.*, 2002) et donc des valeurs nutritionnelles potentiellement très variables.

L'objectif de la présente étude est de définir à partir de l'étude de 10 drêches sélectionnées pour leur représentativité de l'ensemble des produits pouvant exister sur le marché européen, les facteurs affectant leur valeur énergétique chez deux modèles animaux : le coq et le poulet. Ces données seront par la suite comparées aux rares sources bibliographiques disponibles. Les facteurs de variation mis en évidence seront compilés sous forme d'équations de prédiction qui permettront d'estimer la valeur énergétique de ces produits dans les aliments des volailles.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Analyses de laboratoire

Dans un premier temps, les teneurs en matière sèche, matières minérales (NF V18-101), matières azotées (NF V18-100), matières grasses sans hydrolyse (NF V18-117), cellulose brute (NF V03-040), fibres Van Soest (NF V18-122), amidon Ewers (méthode polarimétrique, directive 1999/79 CE) et énergie brute (EB) (ISO 9831) des 10 drêches de blé ont été mesurées. Ces mesures ont été complétées par la mesure de la couleur des drêches évaluée par colorimétrie au moyen d'un chromamètre Minolta CR410 permettant de définir trois paramètres synthétiques représentatifs des variations de clarté (L), d'intensité de la couleur jaune (b) et rouge (a). Enfin, la teneur en lysine a été mesurée par chromatographie à échange d'ions

après hydrolyse (23h à 110°C), selon la directive 98/64/CE (Norme NF EN ISO 13903).

1.2. Essais in vivo

Les essais de digestibilité fécale sur coq (modèle de référence des Tables) et sur poulet (12-22 jours) ont été conduits dans respectivement les stations expérimentales d'Arvalis – Institut du végétal à Villerable (41) et d'Adisseo à Commentry (03). Pour ces essais, onze régimes ont été fabriqués. L'aliment témoin est constitué de maïs (35,3 %), de blé (23,9 %), de tourteau de soja (30,5 %), d'huile de colza (5,7 %) et de CMV (4,6 %). Dans les aliments expérimentaux, le CMV reste constant mais 25% du reste de la ration sont remplacés par la drêche testée. Les mesures de digestibilité ont été réalisées sur 32 coqs au cours de 4 périodes et sur 154 poulets répartis en 2 bandes. Chacun des 11 régimes a été distribué ad libitum à 10 coqs et 14 poulets. Pour les mesures sur coqs, les animaux recevant des régimes identiques ont été répartis de façon équilibrée entre les périodes et les répétitions. Pour les deux essais, les périodes expérimentales se sont divisées en deux phases successives, une première d'adaptation et une seconde de collecte, de respectivement 3 et 3 jours pour les coqs et de 10 et 3 jours pour les poulets. Le bilan digestif est réalisé par collecte totale des excréta et suivi individuel des consommations. Les fientes congelées immédiatement après collecte journalière sont ensuite lyophilisées et broyées pour analyse.

La mesure de la teneur des fientes et des aliments en énergie brute et la différence entre l'énergie ingérée et l'énergie excrétée permettent d'aboutir dans un premier temps aux valeurs d'énergie métabolisable apparente (EMA). Mais ces valeurs d'EMA ne permettent pas la comparaison entre les animaux en croissance et les animaux à l'entretien; elles ne seront donc pas présentées. Seules les valeurs d'énergie métabolisable apparente à bilan azoté nul (EMAn) seront rapportées. Ces valeurs ont été calculées à partir du bilan azoté mesuré dans le cadre de l'essai coq par dosage de l'azote total dans les fientes et les régimes et estimé dans le cas de l'essai poulet par le biais du gain moyen quotidien (GMQ) selon l'équation proposée par Lessire (2002).

Les effets du stade physiologique (coq vs poulet; 1 degré de liberté, ddl), de la nature de l'aliment (10 ddl) et de l'interaction entre le stade physiologique et l'aliment sur le rapport EMAn/EB et la teneur EMAn des régimes ont été testés par analyse de variance des données individuelles. Les valeurs d'EMA et d'EMAn des drêches ont été calculées à partir des mesures effectuées sur les régimes selon la méthode par différence. Enfin, des équations de prédiction de la teneur en EMAn des drêches en

fonction de critères chimiques ou physiques ont été calculées.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Composition chimique

La composition chimique et les propriétés physiques des drêches figurent dans le Tableau 1. La composition des drêches reflète celle du blé qui représente en principe 96 % de la matière sèche des drêches (Ingledew, 1993). La disparition de l'amidon au cours du processus laisse un faible pourcentage d'amidon résiduel (4,5% MS en moyenne). Une importante variabilité inter échantillons est cependant mesurée pour cette valeur comme l'indique l'écart entre le minimum et le maximum (2,5 et 10,1% MS). A l'inverse, des constituants comme les matières azotées, les matières grasses et la cellulose brute (36,4 vs 12,1, 4,6 vs 1,7 et 8,3 vs 2,5 % MS pour nos échantillons et le blé respectivement) sont concentrés par rapport au blé (Tables INRA-AFZ). Ces modifications n'altèrent en rien la teneur en énergie brute de ces produits par rapport au blé. Parallèlement à l'étude de la composition des produits, les mesures colorimétriques, indicatrices de l'intensité du chauffage du produit, mettent en évidence une importante variabilité de la luminance notamment, puisque les valeurs de L varient de 43 à 63 pour une moyenne de 54. Ces valeurs apparaissent de plus corrélées aux teneurs en fibres du produit (cellulose brute et ADF) mesurées sur chacun des échantillons ($R = 0,87$ et $0,91$ respectivement) et à la teneur en lysine exprimée en pourcentage des matières azotées ($R = 0,64$). Aucune référence bibliographique n'existe pour permettre une comparaison; seul Arvalis - Institut du végétal rapporte des valeurs de luminance minimale et maximale de 34 et 64 lors de mesures réalisées sur 7 drêches de blé (données non publiées). La dispersion des valeurs de luminance (L) permet a posteriori d'isoler trois groupes de produits: couleur sombre ($43 < L < 50$), couleur moyenne ($52 < L < 56$) et couleur claire ($56 < L < 64$) (Tableau 1).

2.2. Valeur énergétique des drêches

Les résultats moyens obtenus sur les régimes témoins et expérimentaux pour chacun des deux stades physiologiques sont résumés dans le Tableau 2. Les 2 essais se sont déroulés normalement et aucun problème de consommation n'a été relevé. L'interaction entre la nature du régime et le stade physiologique n'est significative pour aucun des paramètres mesurés. Mais les mesures mettent en évidence une différence liée à l'âge des animaux et aux régimes pour les paramètres pris en compte ($P < 0,05$). Cette différence est notamment très

importante pour le rapport entre l'azote retenu et l'azote ingéré pour lequel 30 points d'écart existent entre coq et poulet. Les rapports EMAn/EB et les valeurs d'EMAn mesurés sur les régimes sont inférieurs de respectivement 4 points (66 vs 70%) et 0.82 MJ par kg de MS (12,88 vs 13,70) chez le poulet comparativement au coq. Ces valeurs sont également diminuées par l'incorporation de drêches dans le régime témoin (6 points et 1,2 MJ/kg MS; $P < 0,001$).

Si l'on compare le régime témoin aux régimes contenant des drêches, on observe une réduction très importante du coefficient de rétention de l'azote ($P < 0,001$) avec les aliments drêches, cet effet est moins important chez le coq que chez les poulets (4 et 13 points respectivement; $P < 0,001$ pour l'effet stade et l'interaction stade x régime). Dans l'essai poulet, malgré des niveaux d'azote ingéré plus importants avec les régimes contenant des drêches, la quantité d'azote fixée est plus faible. Ces observations semblent indiquer un apport en acides aminés essentiels insuffisant et déséquilibré pour les poulets dans les régimes contenant des drêches, lié à une digestibilité plus faible des aliments drêches. Les observations individuelles effectuées permettent d'identifier l'apport en lysine digestible comme principale explication de ce phénomène. Le gain moyen quotidien (GMQ) des animaux peut en effet être prédit à partir de l'ingestion en lysine digestible ($lys_{dig,ing}$) définie à partir des valeurs mesurées au cours d'un précédent essai sur coqs caectomisés recevant les mêmes drêches (Cozannet et al., 2009) selon l'équation $GMQ = 1 + 58 lys_{dig,ing}$ ($R^2 = 0,86$). Ces observations indiquent l'importance de la correction des teneurs en EM pour un bilan azoté nul afin de définir des valeurs comparables entre stades mais également entre matières premières.

Les teneurs en EMAn moyennes des drêches (tableau 3) mesurées chez le coq (10,34 MJ/kg MS) et le poulet (9,85 MJ/kg MS) sont légèrement inférieures aux valeurs rapportées par Vilarino (2007 ; 11,0 MJ par kg de MS chez le coq; $n=2$) et supérieures à la valeur des tables INRA-AFZ (2002; 8,6 et 8,4 MJ par kg de MS pour le coq et le poulet, respectivement) pour les drêches de blé ayant une teneur en amidon inférieure à 7 %. Les coefficients de variation des valeurs EMAn (7,5 et 10,1 % pour les essais coq et poulet, respectivement) mis en évidence au cours de nos essais sont comparables à celui calculé à partir des valeurs rapportées par Batal et Dale (2006) lors de leur étude sur 17 échantillons (8,2 %).

La corrélation entre les valeurs EMAn mesurées sur le coq et le poulet s'élève à 0,68 ($P < 0,05$). La relative faiblesse de ce coefficient de corrélation indique que le coq ne constitue pas le meilleur modèle d'évaluation de la valeur nutritionnelle des drêches pour le poulet en croissance. Il est donc nécessaire de mettre en place des équations de prédiction permettant de définir rapidement le

contenu des produits en EMAn pour le coq et pour le poulet.

La teneur en EMAn des drêches peut tout d'abord être appréciée par la couleur comme indiqué par la relation entre la luminance (L) et la teneur en EMAn des drêches calculées chez le coq et le poulet. (EMAn = 4,73 + 0,10 L ; R = 0,87 et EMAn = 3,81 + 0,11 L ; R = 0,73 respectivement). Le brunissement du produit s'accompagne donc d'une réduction de sa valeur nutritionnelle. Le classement des produits en 3 classes selon la valeur de L confirme cette conclusion (Tableau 3). Ces observations sont identiques à celles réalisées par Fastinger (2006) lors de l'évaluation du contenu en EM de 5 drêches de maïs de couleurs différentes. Les écarts entre les catégories de produits pour les coqs sont de plus conformes aux valeurs rapportées par cet auteur. Dans le cas de l'essai poulet, la relation entre L et teneur en EMAn est moindre. Ce travail a été complété par la suite, par la mise en place d'équations de prédiction de la teneur en EMAn pour chaque espèce. Etablies en prenant en compte, soit les teneurs des drêches en leurs différentes fractions, soit la qualité du produit, ce travail isole la teneur en ADF comme meilleure variable prédictive de la teneur en EMAn pour les deux stades permettant d'expliquer 82 % et 61 % de la variabilité observée lors pour le coq et le poulet. Les équations sont respectivement pour le coq et le poulet :

EMAn = 13,38 - 0,26 ADF (ETR= 0,35 MJ/kg MS)

EMAn = 13,18 - 0,29 ADF (ETR= 0,66 MJ/kg MS)

Ces équations indiquent de nouveau la différence en moyenne de 0,2 MJ par kg de MS de la teneur en EMAn des drêches selon le modèle (13,38 vs 13,18 MJ/kg MS) et l'effet identique de l'augmentation de la teneur en fibres du produit sur la diminution de la teneur en EMAn, soit 0,28 MJ par kg de MS par

pourcent d'ADF supplémentaire. Cette équation prenant en compte le contenu en ADF pour la prédiction de la teneur en EMAn des drêches est toutefois peu convaincante pour la prédiction de la teneur en EMAn des drêches pour le poulet du fait de l'écart type résiduel important et du coefficient de détermination faible. Il semble que d'autres paramètres doivent être pris en compte afin de parfaire la prédiction de ce paramètre chez le poulet.

Cependant, les corrélations fortes entre les mesures de composition et les mesures de qualité des produits sur notre lot d'échantillons (voir partie composition) nuisent à la prédiction plus précise de la teneur en EMAn pour le poulet à partir des mesures de luminance et de teneur en ADF. Un important travail devra donc être réalisé afin de définir de nouveaux critères permettant d'apprécier la qualité des produits et améliorer l'équation précédente.

CONCLUSION

Les essais présentés ont permis de mettre en évidence de larges plages de variation de l'EMAn des drêches pour le coq et le poulet. Ces résultats permettent de proposer des équations de prédiction de la valeur énergétique des drêches pour chacun des deux modèles, en utilisant en particulier les mesures colorimétriques ou les teneurs des produits en nutriments et notamment en ADF. Une amélioration de la prédiction est cependant nécessaire. Dans cette optique, l'emploi des propriétés d'absorbance du produit dans le proche infra rouge constitue une voie d'investigation potentielle.

REFERENCES

- Batal A.B., Dale N.M., 2006. *J. Appl. Poult. Res.*, (15), 89-93.
- Cozannet P., Gady C., Primot Y., Métayer J.P., Lessire M., Le Tutour L., Geraert P.A., Skiba F., Noblet J., 8^{ème} Journ. Rech. Avi (sous presse)
- Fastinger N.D., Latshaw J.D., Mahan D.C., 2006. *Poult. Sci.*, (85), 1212-1216.
- IngledeW W.M., 1993. In : *Yeast Technology*. Academic Press. New York, NY.
- Lessire M., 2002. In : INRA Editions, Versailles, France.
- Sauvant, D., Perez, J.M., Tran, G., 2002. In : INRA Editions, Versailles, France.
- Spiels M.J., Whitney M. H., Shurson G.C., 2002. *J. Anim Sci.*, (80), 2639-2645.
- Vilariño M., Gaüzere J.M., Métayer J.P., Skiba F., 2007. 7^{ème} Journ. Rech. Avi, 248-252

Tableau 1. : Composition chimique des drêches de blé

	Drêches sélectionnées (n=10)				Couleur ^a		
	Moyenne	Ecart Type	Mini	Maxi	Sombre (n=3)	Moyenne (n=3)	Claire (n=2)
Teneur en MS	92,6	1,9	89,3	94,4	92,5	91,8	93,3
Composition (% MS)							
Matières minérales	5,3	0,8	4,5	6,9	5,9	5,3	4,8
Matières azotées totales	36,4	2,4	32,7	39,2	35,7	36,4	36,8
Matières Grasses	4,6	0,7	3,4	5,7	5,1	4,8	4,0
Cellulose brute	8,3	1,7	6,2	11,4	10,0	8,2	7,1
NDF	28,2	3,1	22,8	33,0	27,1	28,5	28,9
ADF	11,5	2,7	7,5	16,8	14,4	11,4	9,5
ADL	4,7	2,5	2,1	10,3	7,8	3,7	3,1
Amidon Ewers	4,5	2,6	2,5	10,1	3,1	3,8	6,2
Energie brute (MJ/kg MS)	20,98	0,31	20,50	21,47	21,11	21,01	20,9
Mesure Colorimétrique							
L (luminance)	54	6	43	63	46	54	60
a (indice de rouge)	6,2	1,2	4,4	7,3	5,3	6,2	7,0
b (indice de jaune)	13,4	4,6	5,3	19,0	8,0	13,6	17,4
Acides aminés essentiels (% MAT)							
Lysine ^b	1,91	0,74	0,83	3,01	1,01	2,40	2,21

^a Classification selon le critère de luminance : sombre (43<L<50), moyenne (52<L<56) et claire (56<L<64)

^b Teneur en lysine mesurée après hydrolyse

Tableau 2 : Coefficients de digestibilité fécale de l'énergie et des nutriments des régimes et bilans azotés chez le coq et le poulet.

	Régimes coqs		Régimes poulets		Ecart type résiduel ^a
	Témoin	Expérimentaux ^b	Témoin	Expérimentaux ^b	
Gain moyen quotidien, g			51	44	
Matière sèche ingérée, g/j	190	194	200	231	37
Bilan azoté, g/j					
Ingéré	2,3	2,6	2,8	3,2	0,5
Fixé	0,3	0,2	1,5	1,2	0,2
Ratio N fixé / N ingéré, %	14	10	52	39	4
EMAn/EB, %	76,4	69,0	71,8	64,9	2,4
EMAn, MJ par kg de MS	14,93	13,58	14,02	12,77	0,48

^a Valeurs d'ETR obtenues à partir de l'analyse de variance prenant en compte les effets du régime (n=11), du stade physiologique (n=2) et de l'interaction entre le stade et le régime; les effets principaux sont significatifs (P<0,05) pour l'ensemble des paramètres (sauf la matière sèche ingérée); l'interaction n'est pas significative

^b valeurs moyennes obtenues pour les dix régimes expérimentaux contenant 25 % de drêches

Tableau 3 : Rapport EMAn/EB et valeurs énergétiques des drêches de blé (n=10)^a mesurés chez le coq et le poulet.

	Drêches de blé				Couleur ^b		
	Moyenne	Ecart type	Mini	Maxi	Sombre (n=3)	Moyenne (n=3)	Claire (n=4)
Coq							
Rapport EMAn/EB, %	49,3	4,0	42,8	55,1	44,6	50,0	52,3
EMAn, MJ/kg MS	10,34	0,78	8,99	11,32	9,42	10,50	10,90
Poulet							
Rapport EMAn/EB, %	47,0	5,2	40,0	56,5	44,2	43,6	51,6
EMAn, MJ/kg MS	9,85	1,00	8,40	11,62	9,34	9,15	10,76

^a Valeurs déterminées par la méthode par différence

^b Classification selon le critère de luminance : sombre (43<L<50), moyenne (52<L<56) et claire (56<L<64)