

# Mise au point d'une équation de prédiction de la valeur énergétique du sorgho fourrager monocoupe à partir d'échantillons « en vert »

A. Féraud<sup>1</sup>, E. Meslier<sup>1</sup>, G. Cabon<sup>1</sup>, P. Brunschwig<sup>2</sup>, B. Aizac<sup>3</sup>

1 : ARVALIS-Institut du végétal, Station expérimentale de La Jaillière, F-44370 La Chapelle Saint Sauveur  
a.ferard@arvalisinstitutduvegetal.fr

2 : Institut de l'Élevage, Maison de l'Agriculture, 9 Rue André Brouard, F-49105 Angers

3 : GEVES, Domaine du Magneraud, F-17700 Saint Pierre d'Amilly

## Introduction

Dans le cadre de l'inscription des variétés de sorgho fourrager monocoupe, une méthode d'évaluation associée à des règles de décisions pour l'admission en VATE a été mise en place en janvier 2013 (Aizac et al., 2013). La valeur d'utilisation des variétés, définie par le CTPS, permet de classer les sorghos destinés à l'utilisation comme fourrage ou comme biomasse destinée à la fermentation en digesteur. La détermination de la valeur d'utilisation des sorghos a fait l'objet d'une étude spécifique pour estimer leur valeur énergétique. L'équation proposée pour évaluer la valeur énergétique provient d'une étude montrant la possibilité d'une bonne prédiction de la dégradation ruminale (méthode des sachets) par la digestibilité à la pepsine-cellulase et d'hypothèses concernant le passage de « l'indégradable ruminal » à « l'indigestible ». L'étude *in sacco* a été conduite sur 56 lots de sorghos récoltés « en vert » et séchés, offrant une grande diversité (génétique, conditions de culture et stades de récolte), et des données d'analyses de laboratoire de ces mêmes lots.

## Matériels et méthodes

Parmi les 56 lots étudiés, 38 proviennent de la Station de la Jaillière (44) où 10 variétés ont été cultivées en 2008 et 2009 : 1 variété de sorgho grain et 9 variétés de sorghos fourragers monocoupe, dont 4 BMR. 18 lots, fournis par le GEVES, proviennent de 2 essais conduits en 2009 (2 d'une variété grain, et 16 de variétés sorghos fourragers monocoupe testées, dont 4 BMR). Les lots ont été prélevés à des stades de 20 % à 30-35 % de MS. Des analyses sont réalisées au laboratoire : matières minérales, matières azotées totales, amidon, cellulose brute et digestibilité enzymatique de la MS (DCS, Méthode Aufrère).

Les incubations dans le rumen ont été réalisées sur la station expérimentale ARVALIS de La Jaillière (44). Les échantillons sont séchés à 60°C et broyés à la grille de 4 mm et étudiés dans 4 essais comportant un aliment témoin. Chaque lot est étudié à 6 temps d'incubation (6 répétitions) dans des sachets en nylon mis à incuber dans le rumen de vaches fistulées. Les valeurs de MS non dégradées en 48h (MSndg48h en g/kg MS) retenues sont des moyennes ajustées, compte tenu d'une analyse statistique des résultats à 24, 48 et 72 heures d'incubation. Une correction en fonction des résultats du témoin est effectuée pour regrouper les résultats des 4 essais, (Cabon et al 2009). Le résultat MSndg48h est très bien prédit en combinant la DCS et la teneur en amidon (Meslier et al., 2010). En attendant des études complémentaires, MSndg48h, additionné de 84 g notamment au titre des sécrétions endogènes, est utilisé comme estimateur de la matière organique non digérée que l'on aurait obtenue dans des essais de digestibilité sur moutons ( $MO_{nd,prédite(vf)}$ ). On en déduit la  $dMO_{prédite(vf)}$  ( $dMO = 1 - MO_{nd}/MO$ ). La valeur énergétique est calculée à partir de la  $dMO$  en calquant la démarche sur celle adoptée pour le maïs fourrage ( $UFL_o = 192,86 * dMO\% - 43,736$ , d'après Andrieu, 1995 et  $UFL = UFL_o * 1000/MO$ ). Les données d'analyses de laboratoire (DCS, amidon et matières minérales) permettent donc la prédiction de MSndg48h, et, à partir de cette valeur,  $dMO_{prédite(vf)}$ ,  $UFL_o_{prédite(vf)}$  et  $UFL_{prédite(vf)}$ .

## Résultats

Sur les 56 échantillons, l'examen des données d'analyses du laboratoire de Boigneville montre que la même valeur DCS (par exemple 55% pour les BMR et pour les sorghos grain) est obtenue avec des compositions chimiques différentes, en particulier des teneurs en amidon nettement plus faibles ; en moyenne de 7,6% pour les BMR contre 28,3 % pour les sorghos grain (Tableau 2). La quantité de MSndg48h pour les sorghos grain (20,6%) est intermédiaire entre celle des sorghos sucriers non BMR (24,3%) et les sorghos BMR (14,3%).

L'équation provisoire établie pour le passage entre le résidu « en sachets » et la  $dMO$  « moutons » permet de relier ces mesures aux systèmes des unités fourragères. Des équations de prédiction directe de la teneur en UFL à partir de la composition chimique sont proposées (Tableau 1). L'équation a) a été établie à partir des valeurs d'analyses réalisées en SPIR par le laboratoire Germ-Services de Montardon (64). L'équation b) a été ajustée avec les données d'analyses chimiques du laboratoire ARVALIS de Boigneville (92) + DCS réalisée par GALILAIT à Saint Genès-Champanelle (63). L'estimation de la valeur énergétique du fourrage vert est en moyenne de 0,78 UFL/kgMS pour les sorghos sucriers non BMR, de 0,87 pour les sorghos des variétés typées grain et 0,93 pour les sorghos sucriers à gène BMR.

La mesure des performances zootechniques permises par des rations à base de variétés de sorgho sucrier BMR ensilé pour des vaches laitières à la ferme des Trinottières (Institut de l'Élevage - Chambre d'Agriculture 49)

**Tableau 3. Prédiction de la valeur énergétique UFL à partir de la composition chimique du fourrage vert (en g/kgMS) et de la digestibilité enzymatique de la MS (DCS en %) pour deux laboratoires.**

**1) GERM-SERVICES**

UFL = - 0,1877738 - 0,0149035 \* MM - 0,0046667 \* Amidon + 0,0198301 \* DCS

**2) ARVALIS/GALILAIT**

UFL = - 0,1877738 - 0,0149035 \* MM - 0,0046667 \* Amidon + 0,02037542 \* DCS

**Tableau 4. Composition chimique et prévision de la valeur énergétique du fourrage vert des 56 lots de sorghos**

	Sorgho grain (n=6)			Sorgho sucrier non BMR (n=32)			Sorgho sucrier BMR (n=18)		
	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.
Mat. minérales (g/kgMS)	40,2	<b>52,8</b>	58,8	50,2	<b>60,2</b>	92,5	48,2	<b>61,4</b>	96,3
Amidon (g/kgMS)	102,2	<b>282,5</b>	444,2	4,8	<b>153,6</b>	392,3	0,2	<b>76,1</b>	333,7
DCS Aufrère (%)	52,9	<b>64,1</b>	71,8	47,8	<b>57,0</b>	67,0	55,5	<b>63,0</b>	71,0
MSndg48h (g/kgMS)	163	<b>206</b>	249	187	<b>243</b>	317	102	<b>143</b>	182
dMO <sub>prédite(vf)</sub> (%)	62,7	<b>70,5</b>	74,5	59,1	<b>65,8</b>	74,6	67,5	<b>74,2</b>	80,4
UFL <sub>prédite(vf)</sub> (u/kgMS)	0,73	<b>0,87</b>	0,96	0,66	<b>0,78</b>	0,95	0,78	<b>0,93</b>	1,06

aboutit à l'estimation de valeurs qui s'élèvent à 1 UFL/kg MS (+/-10%) (Rouillé et al., 2013). Le calcul *a posteriori* des teneurs en UF, à partir des résultats d'un essai d'engraissement de jeunes bovins (station de La Jaillière) avec des ensilages de sorghos, indique des niveaux de valorisation de 0,96 UFL pour un sorgho sucrier BMR (10,9% d'amidon) et 0,85 UFL/kgMS pour un sorgho grain (26,8% d'amidon) (Férard et al., 2012).

## Discussion, conclusion

La prédiction de la valeur énergétique des sorghos est basée sur la prédiction d'un résidu sachets nylon après incubation de 48h dans le rumen. Entre ce résidu *in situ* et le résidu *in vitro* (Méthode DCS Aufrère) on observe une différence à peu près constante ( $R^2$  de 88%, Meslier et al., 2010), quel que soit le stade de récolte, le type variétal, à condition d'exprimer ce résidu non digéré par kg de « matière sèche moins amidon » ; en effet, l'amidon, quel que soit son stade est « digéré » à 100% par ces deux méthodes. Cette différence pourrait s'expliquer par la présence de parois végétales à 3 stades de lignification : i) la fraction « non lignifiée », dégradée par les 2 méthodes, ii) la fraction « en cours de lignification » dégradée dans le rumen, mais pas *in vitro*, et iii) la fraction « lignifiée » indigérable par les deux méthodes. La deuxième fraction citée correspondrait à « un front de lignification » à peu près constant dans les parties végétatives, se déplaçant avec la maturité. La même différence entre les deux méthodes s'observe pour les graminées prairiales (Cabon, données non publiées) ; celle-ci étant plus faible aux stades très précoces avant le début de la lignification.

Les équations de calcul proposées pour l'estimation de la teneur en UFL des sorghos plante entière en vert permettent un classement précis des variétés à partir de critères de composition chimique. Elles alertent aussi sur les différences constatées entre laboratoires pour la mesure de DCS et donc sur la nécessité de calage de chaque laboratoire par rapport au laboratoire de référence avant d'appliquer les équations a) et b). Les résultats obtenus dans cette étude sur des échantillons « verts » aboutissent au même classement des types variétaux de sorgho fourrager monocoupe que celui sur produit ensilé publié fin 2013 par Aufrère et al. mais avec des teneurs en UFL moyennes inférieures. Une étude complémentaire sur la conservation des sorghos en ensilage permettrait de mieux connaître l'effet des processus de fermentation de cette espèce sur sa valeur énergétique.

Les auteurs remercient l'ensemble des partenaires du projet AMS « Sorgho » ainsi que les personnels des stations expérimentales. Ce programme a bénéficié du soutien du Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt.

## Références bibliographiques

- AIZAC B., GRIZEAU C., CHATAIGNER F., BARRE P., BASTIANELLI D., HOFFMANN D., PIRAUBE E., LORGEOU J. et al. 2013. Mise en place d'une méthode d'évaluation et des règles de décision pour les variétés de sorgho destinées à l'ensilage et à l'utilisation énergétique de la biomasse au CTPS. Séminaire CTPS du 14 mars 2013 à Paris.
- ANDRIEU J., 1995. Prédiction de la digestibilité et de la valeur énergétique du maïs fourrage à l'état frais. *INRA Prod. Anim.*, 8 (4), p273-274.
- AUFRERE J., EMILE J.C., DOZIAS D., DELABY L., LE MORVAN A., BARRE P., BAUMONT R., 2013. Variation et prévision de la valeur énergétique de l'ensilage de sorgho plante entière. *Renc. Rech. Ruminants* 20, p.105.
- CABON G., GARREAU R., MESLIER E., 2009. Base de données sur la dégradation *in situ* de la matière sèche du maïs fourrage : aspects méthodologiques et description du contenu. *Renc. Rech. Ruminants* 16, p.61.
- FÉRARD A., CABON G., MESLIER E., 2012. Compte-rendu d'essai JB 2010-2011 : Recherche de solutions alternatives à l'ensilage de maïs pour la production de jeunes bovins de race Charolaise.
- MESLIER E., AIZAC B., CABON G., 2010. Sorghos plante entière : relation entre les analyses de laboratoire et la dégradation dans le rumen en 48 heures. Application à la prédiction de la valeur énergétique. *Renc. Rech. Rum.* 17, p.307
- ROUILLE B., LAMY J.M., PLOUZIN D., BRUNSCHWIG P., SAULAS L., 2013. L'ensilage de sorgho sucrier BMR assure de bonnes performances chez les vaches laitières. *Renc. Rech. Rum.* 20, p.95-98.