

Intérêts des sorghos dans les rations de vaches laitières et face au réchauffement climatique

F. Blot, J. Tourneux

Seenovia Les Rochettes CS 10015 85000 La Roche sur Yon : florian.blot@seenovia.fr ; jean.tourneux@seenovia.fr

Résumé

Le maïs ensilage étant historiquement le fourrage dominant dans les systèmes fourragers des élevages de Vendée et de Charente Maritime, de nombreux éleveurs étaient à la recherche d'un fourrage complémentaire à ce dernier qui pourrait diluer sa teneur en amidon sans pour autant déconcentrer la ration en énergie. De plus, avec l'augmentation de la fréquence des aléas climatiques et du déficit hydrique en période estivale qui impactent de plus en plus la qualité et le rendement du maïs ensilage, les éleveurs souhaitaient trouver une culture moins gourmande en eau et supportant mieux les fortes températures. Pour essayer de répondre à ces problématiques, le sorgho fut testé dans plusieurs élevages. Dès les premières années, le constat fut le même pour tous les éleveurs. Le sorgho résiste mieux aux fortes chaleurs et au déficit hydrique que le maïs et il apporte une réelle plus-value dans les rations grâce à sa valeur énergétique sous forme de sucres et de cellulose très digestible. Le sorgho fourrager monocoupe BMR a permis d'augmenter les taux butyreux dans les élevages et d'améliorer l'état sanitaire (taux cellulaire, boiteries...) des troupeaux dans la très grande majorité des cas grâce à une ration moins risquée. Cependant, le sorgho est une plante compliquée à cultiver du fait de sa faible vitesse d'implantation, de sa sensibilité au salissement et de son risque de verse en fin de cycle. Lors des premiers essais, l'itinéraire technique n'était pas suffisamment maîtrisé et cela a conduit à des échecs. Les éleveurs ont persévéré conscients de l'impact positif sur leurs animaux permis par l'intégration du sorgho dans leurs rations. Aujourd'hui, même si l'itinéraire du sorgho reste plus compliqué que celui d'un maïs, il est beaucoup mieux connu et maîtrisé.

1. Quels sorghos utiliser dans les rations de vaches laitières ?

Il existe une multitude de sorghos avec des usages variés et il est parfois difficile de s'y retrouver. En fonction de leur destination, nous allons distinguer trois grands types de sorghos : les sorghos biomasses qui ont pour objectif de faire un maximum de rendement et qui sont principalement destinés à la méthanisation ou à l'industrie de la papeterie ; les sorghos grain destinés à l'alimentation humaine et animale et enfin les sorghos fourragers. Ce sont ces derniers qui vont nous intéresser pour l'alimentation des ruminants.

1.1 Les sorghos fourragers monocoupe ou les sorghos multicutés

Dans la catégorie des sorghos fourragers, nous allons retrouver des sorghos multicutés (sudan x sudan) ou les hybrides (sudan x sorgho). Les premiers sont plus feuillus avec des tiges plus fines que les hybrides qui ont un potentiel de rendement plus élevé. Ces deux types de sorghos fourragers multicutés ont la capacité comme leur nom l'indique de repousser une fois récolté. Par contre, ils ont une valeur énergétique relativement faible. Ils sont destinés autant au pâturage qu'à la fauche. Dans l'objectif de produire un fourrage riche en énergie qui pourrait se substituer au maïs, nous allons plutôt nous intéresser au sorgho fourrager monocoupe au potentiel de rendement plus important et exploitable en une seule fois en ensilage.

1.2 Le gène BMR améliore la valeur énergétique du sorgho

Dans les sorghos fourragers monocoupe, il est primordial de distinguer les sorghos sucriers communs des sorghos sucriers BMR (« Brown Mid Rib » ou « Nervure centrale brune »). Les sorghos possédant ce gène BMR ont la particularité d'avoir une moindre lignification, ce qui améliore la digestibilité de leurs fibres et leur permet ainsi d'avoir des valeurs énergétiques équivalentes aux maïs ensilages et supérieures aux sorghos sucriers communs (figure 1).

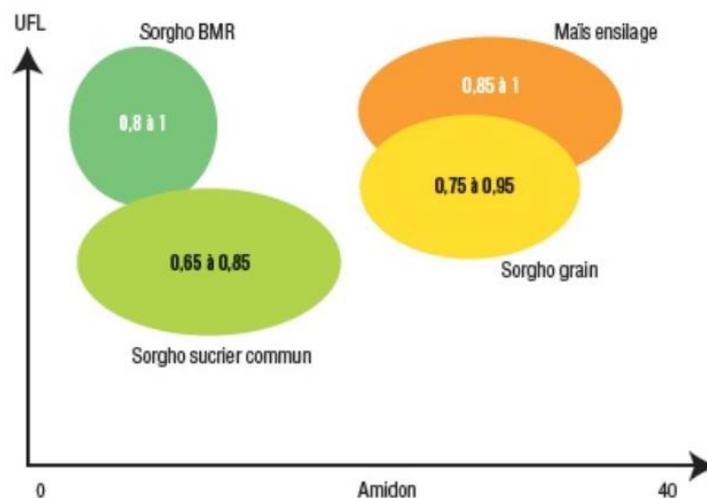


Figure 1 : Profil énergétique des sorghos et du maïs

Source : ARVALIS - Institut du végétal

1.3 Différents types de sorghos fourragers BMR monocoupe

Il existe différents types de sorghos fourragers BMR monocoupe (figure 2) :

Les sorghos sucriers grains procèdent une panicule avec du grain qui peut servir d'indicateur pour la récolte. Lorsqu'ils sont récoltés au bon stade, ils sont riches en sucres et ils ont des fibres très digestibles ce qui leur confère une valeur énergétique élevée. Ces sorghos sont aussi plus précoces en maturité ce qui leur permet d'avoir un taux de matière sèche plus élevé à la récolte (environ 28%). Cependant, du fait du poids de leur panicule et de leur digestibilité, ces sorghos sont plus sensibles à la verse.

Les **photopériodes sensibles (PPS)** ont la particularité de ne pas faire d'épis. Ces sorghos ont un plus gros potentiel de rendement. Ils démarrent bien en végétation et résistent mieux à la verse. Ils ont un taux de cellulose plus élevé et une digestibilité plus faible (tableau1) que les sorghos sucriers grains et les mâles stérile. Ceci pénalise légèrement leurs valeurs énergétiques. Il est aussi généralement difficile d'obtenir un taux de matière sèche supérieure à 23% avec ce type de sorgho en Pays de la Loire, malgré des durées de végétation de 130 à 150 jours.

Les **mâles stériles (MS)** ont une panicule sans grain, ce qui les rend moins sensible à la verse que les sucriers grains tout en gardant d'excellentes valeurs alimentaires. (Voir tableau 1). Ces sorghos sont moins tardifs que les photopériodes sensibles (PPS) et on peut ainsi les ensiler à un taux de matière sèche de 25 à 28%.

Tableau 1 : Valeurs des différents types de sorghos BMR

	Sucriers grains BMR	PPS-BMR	Mâles stériles BMR
Nombre d'échantillons	1341	874	462
Amidon (% MS)	6,9	2,6	4,7
Sucres solubles (% MS)	19,6	19	20,7
dMO (%)	78,8	74,1	77,1
UFL vert (/kgMS)	0,99	0,9	0,96

Rendement (tMS/ha)	12,9	16,3	13
--------------------	------	------	----

Source : Arvalis communication journée technique fourrage 2018

Afin d'obtenir le meilleur compromis entre la valeur alimentaire, le rendement et le risque de verse, il est recommandé d'effectuer des mélanges des différents types de sorghos fourragers BMR monocoupe. Après de nombreux essais, deux mélanges ont été trouvés :

50% mâles stériles + 50 % photopériodes sensibles (PPS)

50% photopériodes sensibles (PPS) + 25% mâles stériles + 25% sorghos sucriers grains

Le premier mélange permet d'assurer un rendement plus important et de limiter le risque de verse grâce aux sorghos photopériodes sensibles alors que les mâles stériles permettent d'améliorer les valeurs alimentaires et d'augmenter la matière sèche de l'ensilage à la récolte. Le second mélange a les mêmes caractéristiques que le premier mais l'incorporation de sorghos sucriers grains, à hauteur de 25%, permet d'améliorer légèrement les valeurs alimentaires et d'apporter avec le grain un indicateur de récolte pour les agriculteurs.

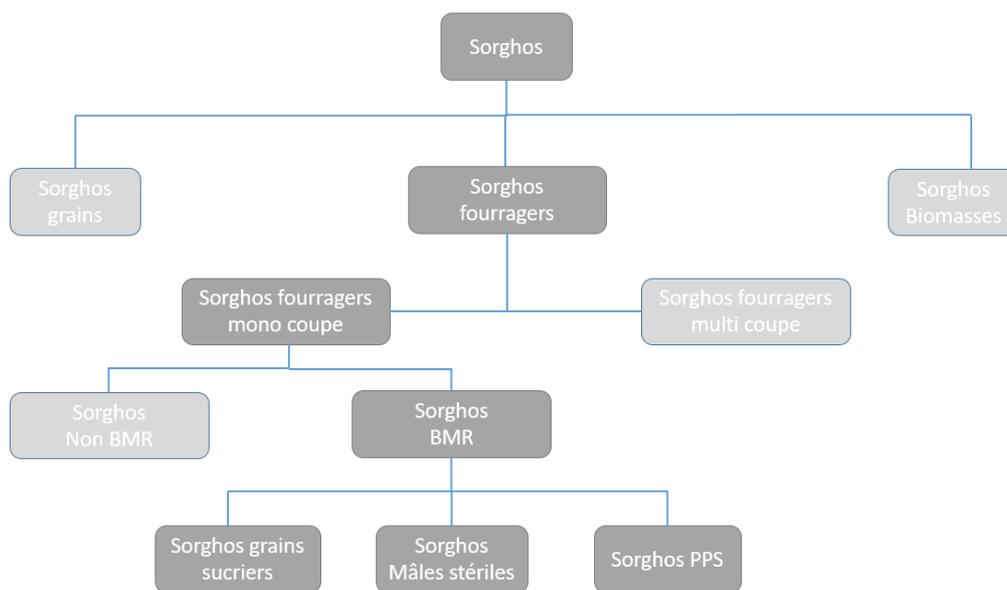


Figure 2 : Arborescence des différents types de sorgho

2. Conditions de réussite du sorgho fourrager monocoupe BMR

2.1 Le semis

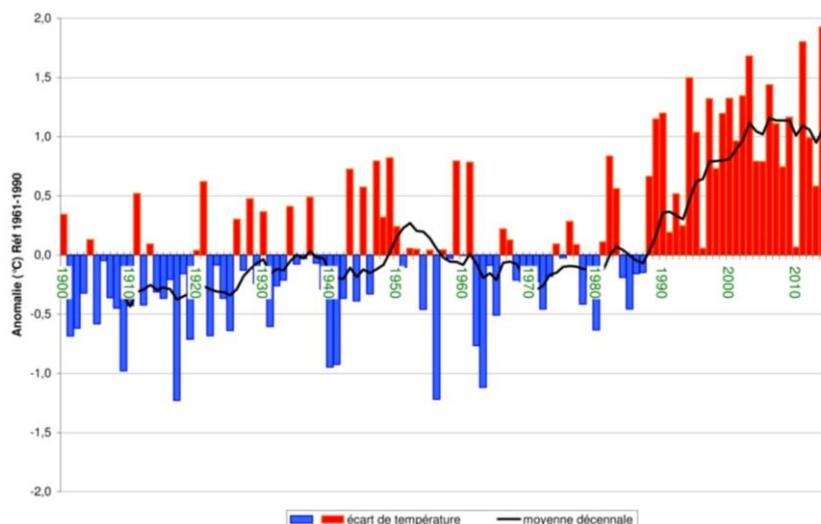
La graine de sorgho fourrager monocoupe étant petite, il est important de réaliser un lit de semence fin, sans mottes. Le travail du sol sera plus ou moins facilité en fonction du précédent. Il est également primordial d'attendre que le sol soit suffisamment réchauffé (12°C) pour semer. Ceci correspond à des semis aux alentours du 20 mai en Vendée. Après de multiples essais, la dose de semis optimum est de 150 000 graines par hectare lorsque l'on sème avec un semoir monograine et un écartement entre rangs de 75 cm et de 180 000 lorsque le semis est réalisé avec un écartement entre rangs de 50 cm. Les graines doivent être positionnées à une profondeur de 3 à 4 cm afin de profiter de la fraîcheur du sol pour faciliter la levée et assurer l'ancrage des racines.

2.2 Maitrise des adventices

Le sorgho fourrager monocoupe est très sensible à la concurrence des adventices. Pour les maîtriser, cela commence par le choix du précédent, par la réalisation de faux semis avant l'implantation du sorgho puis par un désherbage chimique à base d'antigraminées et d'antidicot au stade 3 feuilles. Un rattrapage antidicot est possible au stade 6-8 feuilles. Le binage est aussi une alternative intéressante pour contrôler le salissement et peut être réalisé même si la parcelle est propre afin de booster la croissance du sorgho.

3. Intérêt du sorgho face au réchauffement climatique

Considérées comme exceptionnelles il y a encore quelques années en France, les sécheresses deviennent de plus en plus fréquentes et s'annoncent comme la norme dans les années à venir.



Source : Météo-France

Figure 3 : Ecart des températures annuelles par rapport à la moyenne décennale en France métropolitaine.

Lorsqu'on regarde l'évolution des températures en France (figure 3), on remarque que, depuis 30 ans chaque année, la température est supérieure à la moyenne décennale lissée. Tous les dix ans, nous gagnons en moyenne quatre jours à plus de 25°C par an et nous perdons 4 jours de gel par an tous les 10 ans. L'étude Climalait a mis en évidence que, dans les années à venir, la température augmentera plus rapidement l'été que l'hiver (+ 5°C contre + 2°C à l'horizon 2060-2100). Cette étude a aussi montré que les pics de chaleurs seront plus fréquents et plus précoces et qu'il n'y aura pas forcément de diminution du cumul annuel de précipitation mais que sa répartition serait différente avec des précipitations plus importantes l'hiver et l'automne et moins importantes l'été. Il semble donc que les sécheresses vont devenir de plus en plus des phénomènes climatiques récurrents auxquels les systèmes fourragers vont devoir s'adapter. Ces conditions météorologiques fragilisent la place du maïs dans nos systèmes et nous amènent à nous intéresser à d'autres cultures comme le sorgho qui semble moins sensibles au stress hydrique.

3.1 Une meilleure valorisation de l'eau par le sorgho

Afin de s'adapter au réchauffement climatique, la culture du sorgho fourrager peut être une réelle alternative. A l'Inrae de Lusignan, des études ont été réalisées afin de comparer le comportement du sorgho grain et du maïs en conditions hydriques non limitantes et en conditions de sécheresse.

Tableau 4 : Comparaison de la production de matière sèche, de la consommation totale d'eau (irrigation, pluie, réserve du sol), de l'efficacité de l'eau et des prélèvements d'azote entre un maïs et un sorgho récoltés en ensilage à l'INRA de Lusignan (D'après Lemaitre et al., 1996)

	Irrigué		Sec	
	Maïs	Sorgho	Maïs	Sorgho
Production de Matière Sèche (tonnes/hectare)	24	18	9	13
Consommation d'eau (mm)	615	480	300	310
Efficacité de l'eau (kg MS/ha/mm H ₂ O)	39	37	30	42
Prélèvement d'azote (kgN/ha)	288	290	135	240
Prélèvement d'azote (kg N/ha/mm H ₂ O)	0.47	0.60	0.33	0.74

Il ressort de l'étude de Lemaitre et al., 1996 (tableau 4), qu'en conditions hydriques non limitantes, le maïs ensilage a une production supérieure au sorgho grain. Cependant, pour produire 24 tonnes de matière sèche le maïs a eu une consommation totale d'eau (irrigation, pluie, réserve du sol) de 615 mm ce qui conduit à une efficacité de l'eau de 39 kg de MS/ha/mm d'eau contre 37 pour le sorgho grain. Dans ces conditions favorables d'alimentation hydrique, le sorgho grain est moins performant que le maïs à cause de son potentiel de production plus faible.

A l'inverse, en condition de stress hydrique, le sorgho a une meilleure productivité que le maïs (13 vs 9 tonnes de MS/ha) grâce à une meilleure efficacité de l'eau (42 vs 30 kg de MS/ha/mm d'eau). En conditions de sécheresse, le sorgho augmente son efficacité de l'eau (42 vs 37) alors que celle du maïs diminue (30 vs 39). Il y a donc une inversion du potentiel de production et d'efficacité de l'eau lorsqu'on passe d'une situation irriguée (non limitante en eau) à une situation de sécheresse. Cette expérimentation date de plus de 20 ans et sur des génétiques de sorghos différentes de celles utilisées aujourd'hui pour faire de l'ensilage. Il faut donc analyser ces données avec prudence. Cependant, les constats terrains confirment ces résultats comme peut l'illustrer le témoignage des journées AFPP 2018 (Manteaux et *al.*, 2018) où, en conditions de sécheresse et sans irrigation, le rendement du maïs ensilage a diminué de 40% alors que celui du sorgho fourrager monocoupe n'a diminué que de 20%.

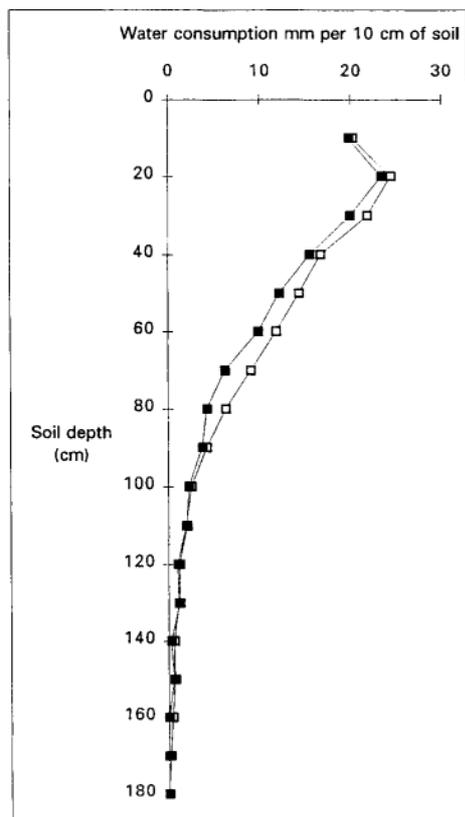
3.2 Une meilleure efficacité de l'azote

Dans l'étude réalisée à l'INRAE de Lusignan, nous constatons que la capacité d'absorption de l'azote du sorgho est peu affectée par la sécheresse contrairement à celle du maïs qui est fortement réduite. Selon LEMAITRE et *al.* (1996) ceci pourrait être une des raisons qui expliquerait les différences d'efficacité de l'eau entre le maïs et le sorgho en condition séchant.

3.3 Un système racinaire dense

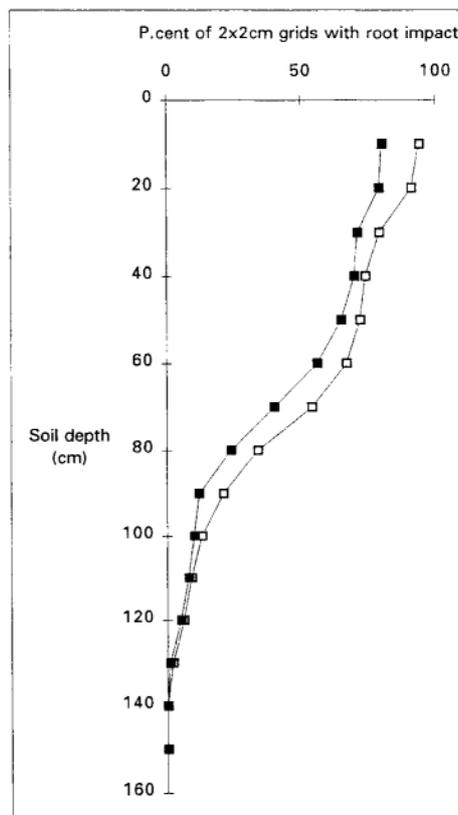
Le sorgho présente un système racinaire plus dense et ramifié que le maïs ce qui lui procure une capacité d'extraction d'eau supérieure au maïs à chaque couche de sol, de la surface du sol jusqu'à un mètre.

L'intérêt du sorgho par rapport au maïs réside dans sa meilleure utilisation de l'eau disponible (figure 5) en situation limitante. Son développement racinaire plus important (figure 6) permet de mieux explorer le sol. En période sèche, le sorgho utilise mieux l'eau disponible que le maïs. Pour 1 mm d'eau, la production de matière sèche par hectare du sorgho est de 42 kg contre 30 kg pour le maïs, soit + 40 %. Par contre, lorsque les conditions hydriques sont non limitantes (irrigation ou bonne réserve utile), le potentiel de rendement du sorgho reste inférieur à celui du maïs. L'ensilage de sorgho est une véritable alternative au maïs ensilage en situation séchant ou lorsque l'irrigation est limitée.



Source : LEMAIRE et al. (1996)

Figure 5 : Consommation d'eau tous les 10cm de sol pour le sorgho et le maïs en condition non irriguée.



Source : LEMAIRE et al. (1996)

Figure 6 : Profils de la densité racinaire du sorgho et du maïs.

4. Le sorgho BMR monocoupe, un complément idéal au maïs fourrage

4.1 Une valeur énergétique élevée avec une faible teneur en amidon

Le maïs ensilage, par sa très bonne valeur énergétique et son potentiel de rendement, tient une place importante dans les systèmes fourragers. Cependant, ce fourrage riche en amidon peut poser des problèmes dans les rations lorsqu'il tient une part trop importante.

Les sorghos monocoupes BMR ont pour principale caractéristique d'avoir une valeur énergétique élevée. Cette valeur énergétique est permise par la forte digestibilité de leurs fibres et par les sucres qu'ils contiennent. Dans les systèmes alimentaires à base de maïs ensilage, cela permet de diluer la teneur en amidon de la ration et d'apporter plus de cellulose très digestible sans diluer la ration en énergie.

4.2 L'incorporation du sorgho BMR dans les rations.

Comme démontré par Brunshwig P et Lamy J.M en 2008 (figure 7), nous avons constaté au sein de Seenovia, qu'au-dessus un certain taux d'incorporation dans les rations, le sorgho monocoupe BMR faisait baisser l'ingestion. Ce phénomène est d'autant plus vrai que l'ensilage de sorgho est humide. Après avoir essayé plusieurs niveaux d'incorporation du sorgho BMR dans les rations, nous en sommes arrivés à la conclusion que le meilleur compromis se trouvait entre 25 et 30% de la part totale de fourrage en kg de matière sèche. En effet, en dessous de ce taux d'incorporation, l'impact du sorgho sur les performances techniques des animaux n'est pas significatif et, au-delà de ce taux, le sorgho pénalise l'ingestion.

Performances zootechniques	EM 100%	EM 50% + SO 50%	Ecart Essai-témoin
Ingestion totale (kg MS/j)	24,2	22,2	- 2,0 *
Lait brut (kg/j)	29,6	28,7	- 0,9
Lait 4% (kg/j)	29,3	30,4	+ 1,1 *
MG (g/j)	1168	1259	+ 91
MP (g/j)	1007	977	- 30
TB (g/kg)	39,5	43,9	+ 4,4 *
TP (g/kg)	34,1	34,0	- 0,1
Urée (mg/l)	350	321	- 29 *

Source : Brunshwig P. et Lamy J.M. 2008

Figure 7 : Comparaison des performances zootechniques des vaches laitière entre un régime 100% ensilage de maïs et un régime 50% ensilage de maïs 50% ensilage de sorgho.

4.3 Une augmentation du taux butyreux et amélioration de l'état sanitaire

Dans les élevages que nous suivons, nous avons pu constater lors de l'incorporation du sorgho BMR dans les rations une augmentation du taux butyreux (TB). Ces observations corroborent les résultats de Brunshwig P. et Lamy J.M, 2008 (figure 7) sur l'augmentation du TB avec l'incorporation du sorgho monocoupe BMR dans la ration. Par contre, en travaillant avec des niveaux d'incorporation de sorgho dans les rations plus faibles, nous n'avons pas observé de baisse de la production laitière. De plus, dans beaucoup de cas, l'ajout de sorgho BMR dans les rations a permis l'amélioration des taux cellulaires des animaux (Voir figure 8) et a conduit à l'amélioration des résultats de reproduction. Lors de l'incorporation de sorgho dans les rations, nous constatons également la plupart du temps une diminution du nombre de boiteries.

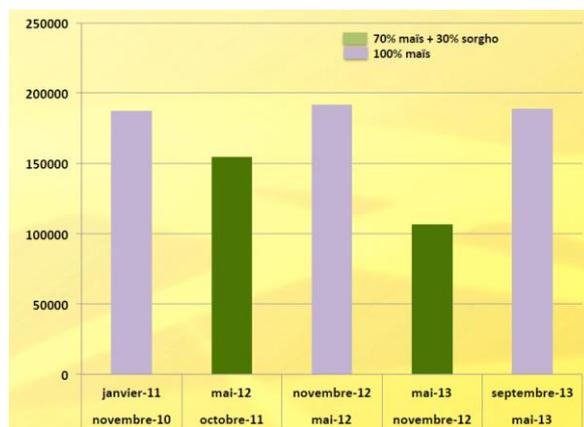


Figure 8 : Evolution du taux cellulaire de l'EARL le sorbier (85) en fonction du type de ration.

L'amélioration des résultats de reproduction, cellulaires et de boiteries constatées dans les élevages ayant incorporé du sorgho fourrager BMR dans la ration des vaches laitières s'explique par un meilleur équilibre de la ration grâce à l'incorporation d'un fourrage pauvre en amidon et riche en cellulose très digestible. Ceci permet de diluer la teneur en amidon de la ration sans diluer sa valeur énergétique.

Les sorghos fourragers BMR se caractérisent aussi par une très bonne conservation permise par une quantité de sucres importante, un faible pouvoir tampon et un tassage du fourrage facilité par sa faible matière sèche. Au bout de 3 semaines, les silos sont bien stabilisés avec des températures beaucoup plus basses que n'importe quel autre ensilage. Certains de nos adhérents étalent même une couche de sorgho sur les silos de maïs pour améliorer la conservation de ces derniers.

Conclusion

Il est parfois difficile de se repérer dans la grande famille des sorghos entre les fourragers, les grains, les biomasses, les monocoupes, les multicoupes, les BMR... De plus, la conduite agronomique du sorgho fourrager BMR est plus difficile à réussir que celle d'un maïs. L'itinéraire technique doit être respecté à la lettre : choix du précédent, des variétés, mode de semis, dose et profondeur de semis, fumure, désherbage, binage, conduite de l'irrigation (quand elle est présente), organisation de la récolte... Ces difficultés peuvent conduire à des échecs et décourager. Depuis plus de 10 ans Seenovia a accompagné des dizaines d'éleveurs sur la culture du sorgho et aujourd'hui environ 150 élevages sur la Vendée et la Charente Maritime produisent du sorgho fourrager pour nourrir leurs animaux. Une petite partie des éleveurs a arrêté le sorgho à cause de l'itinéraire cultural tout en regrettant les bénéfices que le sorgho apportait dans leur ration. Le sorgho peut difficilement être le fourrage principal d'un système fourrager mais il apporte une réelle plus-value dans les rations (taux butyreux et état sanitaire) et il est une des réponses à l'adaptation des systèmes fourragers au réchauffement climatique grâce à son moindre besoin en eau et à sa faculté à repartir en végétation après un stress hydrique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BRUNSCHWIG P., LAMY JM. (2008). « Évaluation des mélanges de céréales-légumineuses immatures et des ensilages de sorgho pour l'alimentation des vaches laitières en situation sèche ». 15e Journées 3R Rencontres Recherches Ruminants, Paris, 205-208.
- Cniel, Arvalis, BPL, les Chambres d'Agriculture, L'Inrae, l'Idèle et Météo France (2018) « Etude CLIMALAIT Pour l'adaptation des élevages laitiers au changement climatique ». (En accès libre sur <http://www.idele.fr>).
- FERARD A., CHAUVEAU H. (2018) « Sorghos fourragers : différents types pour différentes valorisations, journée technique fourrages, Rennes.
- LEMAITRE G., CHARRIER X., HEBERT Y. (1996). « Nitrogen uptake capacities of maize and sorghum crops in different nitrogen and water supply conditions ». *Agronomie* 16, 231-246.
- LEMAITRE G. (2008) « Sécheresse et production fourragère », *Innovations Agronomiques* (2008) 2, 107-123.
- MANTEAUX JP., TRESH P., BOUCHAGE C., CHEVALIER J.P. (2018) « Assolements sécurisés et rations diversifiées ; témoignage sur la réussite de l'introduction de la double culture méteil-sorgho fourrager monocoupe dans le Nord Drôme », Journée AFPP 2018.
- METEO France « Le réchauffement climatique observé à l'échelle du globe et en France ». (En accès libre sur <http://www.meteofrance.fr>).