

## Intérêt zootechnique de la betterave

**J.P. Dulphy, C. Demarquilly**

**Malgré la régression de ses surfaces, la betterave garde un intérêt zootechnique certain. C'est pourquoi sa valeur nutritive a continué d'être étudiée, permettant ainsi de mieux prévoir la valeur alimentaire de rations comportant plus ou moins de betterave.**

### *RESUME*

La betterave fourragère est un aliment particulier : riche en énergie (1,12 UFL/kg de MS), pauvre en azote (90 g MAT/kg de MS) et en parois et, de plus, très appétent. Sa digestibilité élevée (87-90% chez le mouton), comparable à celle des concentrés est limitée en cas d'ingestion supérieure à 0,5% du poids vif. Sa valeur d'encombrement varie de 0,6 à 1 UEL/kg de MS. Une ingestion supérieure à 0,8% du poids vif présente des risques d'acidose ruminale et d'acétonémie. Dans les rations à base d'ensilage d'herbe ou de foin, la betterave permet d'améliorer les taux butyreux et protéique du lait. Des rations avec 3 ou 6 kg de betterave sont proposées et assurent une production de 30 kg de lait par jour.

### *MOTS CLES*

Betterave fourragère, complémentation, digestibilité, ingestibilité, ration de base, supplémentation, valeur alimentaire.

### *KEY-WORDS*

Basic diet, complementation, digestibility, feeding value, forage beets, supplementary feeding, voluntary intake.

### *AUTEURS*

INRA, Centre de Clermont-Ferrand - Theix, F-63122 Saint-Genès-Champanelle ;  
dulphy@clermont.inra.fr

La betterave est une plante qui a la capacité de produire, à l'hectare, des quantités très élevées d'unités fourragères. C'était un aliment couramment utilisé autrefois pour les ruminants. C'est pourquoi elle a été relativement bien étudiée, que ce soit en France, en Belgique, en Suisse... En outre, sa régression a suscité de nouvelles études, de la part de l'ADBFM (Association pour le Développement de la Betterave Fourragère Monogerme) et, par conséquent, quelques publications entre 1980 et 1990 (par exemple Kerouanton, 1982 et 1988 ; Donaty, 1986 ; Hoden *et al.*, 1988 ; Dulphy et Rouel, 1991 ; Dulphy *et al.*, 1990). Il est donc assez facile de trouver des données, même si elles sont anciennes, sur l'intérêt zootechnique de la betterave, qui est indéniable, malgré la régression de ses surfaces. C'est une synthèse de ces données que nous allons donc présenter.

Il existe trois grands types de betteraves utilisables par les ruminants : les fourragères classiques, pauvres en matière sèche (13%), pratiquement abandonnées maintenant, les fourragères-sucrières riches en matière sèche (18-20% de MS), et les sucrières (autour de 23% de MS), ces dernières n'étant normalement pas utilisées pour l'affouragement.

## 1. Valeur nutritive

### \* Composition chimique

Les betteraves fourragères ont une teneur faible en parois végétales (tableau 1) : 5 à 9% de la Matière Sèche (MS) pour la Cellulose Brute, 20% pour le NDF. Il en est de même pour la teneur en Matières Azotées Totales (MAT) : 6 à 10% de la matière sèche, avec des valeurs basses pour les variétés de betteraves à teneur en matière sèche élevée, 70% de l'azote étant sous forme non protéique. En revanche, la teneur en glucides solubles est élevée (de 60 à 70%) et augmente avec la teneur en matière sèche (Demarquilly, 1972). La teneur en cendres (pour des betteraves propres) est de 8-10% pour les betteraves pauvres en matière sèche, mais seulement de 4 à 6% pour les autres, avec toujours des teneurs faibles en P et Ca (voir les Tables INRA, 1988). La teneur en matières grasses est faible, moins de 5 g/kg MS.

**Tableau 1 : Composition chimique des betteraves fourragères (g/kg MS ; d'après Demarquilly, 1972, et Tables INRA, 1988).**

*Table 1 : Chemical composition of fodder beets (g/kg DM ; after Demarquilly, 1972, and Tables INRA, 1988).*

Type de betterave*	MS (%)	Cellulose brute	MAT	Cendres	Glucides solubles	N soluble (% N total)
<b>Fourragère</b>	13	70	104	85	610	79
<b>Fourragère-sucrière</b>	19	63	90	44	660	83
<b>Sucrière</b>	23	58	84	32	680	86

\* A noter : Ca, P et matières grasses en faible quantité

### \* Valeur énergétique

La digestibilité des betteraves est très élevée : de 87 à 90% chez le mouton, indépendante de la teneur en matière sèche (Demarquilly, 1972), ce qui leur confère une valeur énergétique élevée, autour de 1,12 UFL/kg MS, comparable donc à l'orge. Cependant, cette digestibilité est légèrement affectée lorsque les animaux ingèrent des quantités de matière sèche de betteraves supérieures à 0,5% du poids vif. On retient alors une valeur de 1 UFL/kg MS. Nous proposons cependant de conserver la valeur de 1,12 si on calcule la ration en tenant compte du fait que l'augmentation de concentré (en incluant alors la betterave) a un effet négatif sur la valeur énergétique de cette ration (Vermorel *et al.*, 1987 ; Dulphy *et al.*, 1990).

Notons aussi que la valeur énergétique doit être automatiquement diminuée lorsque la teneur en cendres dépasse celle des Tables !

### \* Valeur azotée

La dégradabilité théorique de l'azote des betteraves est probablement très élevée, même si elle n'est pas réellement connue. Il lui a été affecté une valeur de 0,87 dans le système PDI. Cela conduit à une valeur de 9 à 11 g de PDIA/kg MS (tableau 2). En revanche, la valeur PDIME est élevée : 75 à 80 g/kg MS. La valeur PDIMN est de l'ordre de 40 à 50 g. Il est donc nécessaire de compléter les betteraves en azote.

**Tableau 2 : Valeur azotée des betteraves (g/kg MS).**

*Table 2 : Protein value of fodder beets (g/kg DM).*

	MAT*	MAND	PDIA	PDIN	PDIE
<b>Fourragère</b>	104	41	11	62	86
<b>Fourragère-sucrière</b>	90	39	10	53	88
<b>Sucrière</b>	84	39	9	49	89

\* Parfois la teneur en MAT est beaucoup plus faible. Cette teneur est donc à contrôler.

### \* Valeur d'encombrement

Compte-tenu de sa nature (aliment très énergétique, pauvre en parois), cet aliment n'est jamais distribué seul et sa valeur d'encombrement est obtenue par le biais de taux de substitution, en examinant la diminution d'ingestion d'un fourrage à encombrement connu. Ce taux est de l'ordre de 0,5 par rapport à du foin, c'est-à-dire comparable à celui d'un aliment concentré (Vérité, 1970 ; Vérité et Journet, 1973 ; De Brabander *et al.*, 1974).

Cependant, des taux plus élevés ont été enregistrés, jusqu'à 1 (Dulphy et Rouel, 1991). Il semble que les valeurs élevées correspondent à des betteraves plutôt riches en eau, ce que n'avait pas observé Vérité (1970), mais, comme avec les aliments concentrés, des valeurs élevées peuvent être observées pour des distributions importantes de betteraves. L'amélioration de la valeur nutritive de la ration de base fait aussi augmenter le taux de substitution (De Brabander *et al.*, 1976).

On retiendra donc une valeur d'encombrement de 0,6 UEL/kg MS, pour des betteraves riches en matière sèche, distribuées au-dessous de 0,6% du Poids Vif, et une valeur de 1 pour celles riches en eau, soit un peu plus que pour les aliments concentrés (Vérité *et al.*, 1974).

### \* Fibrosité

La fibrosité d'un aliment destiné aux ruminants peut se mesurer en durée de mastication par kg de matière sèche (Sauvant *et al.*, 1990). Dans le cadre des études menées à l'INRA d'Orcival, nous avons évalué cette durée de mastication à 27 minutes/kg MS (Dulphy *et al.*, 1993), alors que Sauvant *et al.* (1990) proposent 45 minutes, ce qui semble trop élevé eu égard aux caractéristiques de cet aliment. L'équation donnant cette durée (appelée aussi indice de fibrosité ou IF) pour des foins longs de graminées est  $IF = 3 CB$  (Sauvant *et al.*, 1990 ; CB étant la teneur en cellulose brute en %). Cette équation n'est probablement pas applicable à la betterave, mais son utilisation donnerait des valeurs comprises entre 15 et 27 minutes/kg MS, en moyenne un peu plus faibles que ce que nous avons mesuré directement. Globalement, on observe donc un indice de fibrosité supérieur à celui des aliments concentrés classiques. Cela provient en partie d'une durée d'ingestion plus élevée : pour les vaches laitières, 10 à 15 minutes/kg MS (sans différence entre betteraves entières et betteraves hachées, Vérité *et al.*, 1974), contre 3 à 7 pour les concentrés (Vérité et Journet, 1973). Il apparaît donc que l'indice de fibrosité de la betterave est inférieur au seuil (même contesté) de 30 minutes/kg MS, théoriquement nécessaire pour éviter l'acidose ruminale (Journet, 1988).

### \* Digestion

Compte-tenu de leur richesse en glucides solubles, rapidement fermentescibles, de leur pauvreté en parois végétales, lentement digestibles, et de leurs teneurs faibles en MAT et cendres (induisant un pouvoir tampon faible), l'ingestion de betteraves entraîne une baisse de l'activité cellulolytique dans le rumen, ainsi qu'une baisse du pH ruminal dès que cette ingestion dépasse 0,8% du Poids Vif (Vérité et Journet,

1973). Cette baisse semble toutefois légèrement plus faible que pour les céréales (Rémond et Journet, 1972). La baisse du pH a aussi été très nette chez des moutons, mais alimentés à volonté avec des betteraves (Demarquilly, 1972).

On observe aussi, après ingestion de betteraves, une baisse relative de la proportion d'acide acétique dans le jus de rumen. Cette proportion peut s'abaisser à 45% du total des Acides Gras Volatils pour des quantités élevées de betteraves. En outre, il y a augmentation de la proportion d'acide butyrique et de l'acide valériannique (Demarquilly, 1972 ; Vérité et Journet, 1973), en plus de celle de l'acide propionique. Par ailleurs, il y a apparition d'acide lactique (de l'ordre de 1 g par litre de jus de rumen pour une quantité ingérée de matière sèche de betteraves égale à 0,8% du Poids Vif de l'animal) et une augmentation avec la quantité de betteraves.

Toutes ces modifications du faciès fermentaire entraînent un risque d'acidose ruminale et une augmentation, parfois importante, de la teneur en corps cétoniques du sang (surtout si la proportion d'acide butyrique dépasse 20% du total des AGV). Ce dernier problème est accentué si la ration de base est constituée par un ensilage direct mal conservé.

## 2. Effet sur la composition du lait

Beaucoup d'études indiquent que la consommation de betteraves permet une augmentation des taux butyrique et protéique du lait (ordre de grandeur de 1 à 3 points). En outre, ce lait voit sa teneur en Acides Gras Longs diminuer et celle en Acides Gras Courts augmenter, à cause de l'orientation particulière des fermentations ruminales et de la pauvreté en matières grasses des betteraves (Vérité et Journet, 1973). L'effet est cependant faible si la quantité de betteraves reste en deçà de 0,8% du Poids Vif (Rémond, 1978). Il est pratiquement nul avec une ration à base d'ensilage de maïs (Vérité et Journet, 1973). Il est plus net, autour de 2 points, avec des rations donnant normalement des taux faibles (foins, ensilages d'herbe). Dans nos essais, il n'y a eu pratiquement pas d'amélioration (Dulphy et Rouel, 1991) avec du foin, mais une amélioration dans d'autres essais (Hoden *et al.*, 1988, avec une ration d'ensilages de maïs et de trèfle violet ; Dulphy *et al.*, 1990, avec de l'ensilage d'herbe). Ces augmentations s'expliquent à la fois par la modification de l'orientation des fermentations ruminales (taux butyreux) et par l'augmentation de l'apport d'énergie à l'animal (taux protéique) (Hoden *et al.*, 1985). Cette dernière explication concerne par exemple tout à fait l'essai de Roberts (1987).

## 3. Utilisation par les animaux

Tous les ruminants peuvent recevoir des betteraves. A titre d'exemple, on n'examinera cependant que le cas des vaches laitières.

La betterave est un aliment très appétent, ingéré rapidement. Il est donc nécessaire de la distribuer progressivement aux animaux. Elle se substitue en fait à l'aliment concentré. Cependant, dans les études de Demarquilly (1972) sur moutons et de Vérité et Journet (1973) sur vaches laitières, des quantités ingérées élevées de betteraves (jusqu'à 12 kg MS pour les vaches laitières) n'ont pas entraîné de troubles digestifs, à une exception près. Les betteraves se différencient donc des aliments concentrés et leur fibrosité, bien que faible, est acceptable, en dépit des réserves faites plus haut. Malgré tout, pour une utilisation courante, une quantité maximale de betteraves représentant 0,8% du Poids Vif (5-6 kg MS pour des vaches laitières) est recommandée pour éviter des risques non négligeables d'acidose ou d'acétonémie, et une baisse de la valeur énergétique de la ration par rapport à la valeur théorique attendue. En effet, la richesse en saccharose des betteraves ne permet pas le meilleur fonctionnement du rumen (Vérité *et al.*, 1974).

En outre, la distribution de cet aliment n'entraîne pas ou peu d'augmentation du nombre de spores butyriques dans les fèces et, par là, de la contamination du lait par ces spores butyriques (Donaty, 1986).

Quelques rations types, pour des vaches en pleine lactation, produisant 30 kg de lait, sont données dans le tableau 3. Elles ont été calculées avec le logiciel Inration pour les rations avec 3 kg de betteraves. Pour 6 kg de betteraves, nous avons conservé à la fois la valeur de 1,12 UFL et l'interaction observée avec 3 kg, faisant l'hypothèse que les betteraves venaient simplement en substitution de l'aliment concentré. Il reste cependant une petite incertitude sur ce calcul de rations riches en betteraves. En effet, faut-il utiliser la valeur de 1 UFL/kg MS, sans prendre en compte les interactions fourrage/concentré (proposition faite avant la prise en compte des interactions dans le calcul des rations), ou conserver la valeur de 1,12 en prenant en compte les interactions (Inration considérant la betterave comme un fourrage) ? Pour l'instant, aucune de ces 2 solutions ne nous paraît à retenir. Face à ces petites incertitudes, nous nous en tiendrons à notre calcul initial, d'autant plus que les

apports habituels en betteraves se situent plutôt vers 4 kg MS, donc dans des conditions compatibles avec notre proposition.

**Tableau 3 : Présentation de rations types pour 5 fourrages de base (pour des vaches produisant 30 kg de lait par jour) et efficacité azotée de ces rations types.**

*Table 3 : Some typical diets for 5 basic fodders (for cows producing 30 kg milk per day) and proteic efficiency of these diets.*

Ration type à base de :	Ration ingérée (kg MS/jour)					Efficacité azotée	
	Betterave	Fourrage	Orge	Soja (tourteau)	Excès de :	N du lait* (% N ingéré)	N rejeté* (g/jour)
<b>Foin de graminée tardif</b> (0,6 UFL, 1,21 UEL)	3	9,9	6,8	2,0	PDIN et PDIE	33,3	321
	6	9,5	3,8	2,3	PDIN et PDIE	33,0	325
<b>Foin de graminée précoce</b> (0,7 UFL, 1,11 UEL)	3	11,6	5,0	1,6	PDIE	34,3	306
	6	11,1	2,0	2,0	PDIE	33,6	316
<b>Foin de luzerne</b> (0,65 UFL, 1,03 UEL)	3	12,8	6,3	0	PDIN et PDIE	31,2	353
	6	12,3	3,7	0	PDIN et PDIE	32,5	333
<b>Ensilage d'herbe</b> (0,8 UFL, 1,17 UEL)	3	11,4	3,9	1,8	-	33,2	322
	6	10,9	0,8	2,3	PDIN	32,2	337
<b>Ensilage de maïs</b> (0,9 UFL, 1,03 UEL)	3	13,8	0	2,8	-	35,0	297
	6	12,1	0	2,7	PDIE et UFL	34,1	310

\* N du lait : quantité totale d'azote fixé par jour dans le lait par rapport à l'azote ingéré  
N rejeté : quantité totale d'azote rejeté par jour par une vache produisant 30 kg de lait

Avec les foins de graminées, il est difficile de compléter en MAT et les rations sont excédentaires en PDIE. Il faudrait utiliser de l'azote soluble (urée par exemple), mais ce n'est pas pratique. A noter que la ration avec le foin de graminées tardif comporte beaucoup de concentré : elle est donc déconseillée pour des vaches produisant une telle quantité de lait. En présence d'ensilage de maïs, il n'est guère possible de donner une quantité élevée de betteraves, car alors il y a excédent d'énergie dans la ration.

Une analyse de l'efficacité azotée de ces rations est aussi présentée. La ration la plus efficace (le moins de rejets, théoriquement) est celle à base d'ensilage de maïs, la moins efficace celle à base de foin luzerne. Rappelons que, pour les rations les mieux équilibrées, les rejets journaliers, pour le type de vache choisi, peuvent descendre à 290 g/j.

## Conclusion

Pour conclure, on retiendra donc que la betterave fourragère est un aliment de valeur énergétique élevée, plutôt pauvre en azote, appétent et très apprécié des ruminants. Il est dommage que son utilisation soit en diminution. L'apport de betterave dans les rations doit être limité à 0,8% du Poids Vif pour éviter les risques d'acidose et d'acétonémie, bien que ces risques soient faibles.

Travail présenté aux Journées d'information de l'A.F.P.F.,  
"Fourrages annuels et environnement",  
les 28 et 29 mars 2000.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

De Brabander D.L., Aerts J.V., Boucque Ch.V., Buysse F.X., Moermans R.J. (1974) : "Influence spécifique des betteraves fourragères sur l'ingestion chez les vaches laitières", *Revue de l'Agriculture*, 27, 6, 1479-1491.

De Brabander D.L., Aerts J.V., Boucque Ch.V., Buysse F.X. (1976) : "Influence spécifique de betteraves fourragères sur l'ingestion chez les vaches laitières (II)", *Revue de l'Agriculture*, 29, 3, 593-606.

Demarquilly C. (1972) : "Digestibilité, valeur nutritive et ingestibilité des betteraves de différents teneurs en matière sèche", *Ann. zootech.*, 21, 415-428.

Donaty G. (1986) : "La betterave fourragère : une nouvelle culture pour les éleveurs", *Forum Fourrages Auvergne*, 149-154.

Dulphy J.P., Rouel J. (1991) : "Association de betteraves fourragères à du foin pour des vaches laitières", *Ann. Zootech.*, 40, 201-207.

Dulphy J.P., Rouel J., Bony J. (1990) : "Association de betteraves fourragères à de l'ensilage d'herbe pour des vaches laitières", *INRA Prod. Anim.*, 3, 195-200.

Dulphy J.P., Rouel J., Jailler M., Sauviant D. (1993) : "Données complémentaires sur les durées de mastication chez des vaches laitières recevant des rations riches en fourrage : influence de la nature du fourrage et du niveau d'apport de concentré", *INRA Prod. Anim.*, 6, 297-302.

Hoden A., Coulon J.B., Dulphy J.P. (1985) : "Influence de l'alimentation sur la composition du lait. 3- Effets des régimes alimentaires sur les taux butyreux et protéique", *Bull. Tech. CRZV Theix*, INRA, 62, 69-79.

Hoden A., Marquis B., Delaby L. (1988) : "Association de betteraves fourragères à une ration mixte d'ensilage de maïs et de trèfle violet pour vaches laitières", *INRA Prod. Anim.*, 1 (3), 165-169.

INRA (1988) : "Tables de la valeur nutritive des aliments (chapitre 18)", *Alimentation des bovins, ovins et caprins*, 432-433.

Journet M. (1988) : "Optimisation des rations (chapitre 7)", *Alimentation des ovins, bovins et caprins*, 121-133.

Kerouanton J. (1982) : "Betterave : la relance", *A la pointe de l'élevage*, n°135, 2-8, et n°138, 7-8.

Kerouanton J. (1988) : "La betterave", *Spécial Bovins, A la pointe de l'élevage*, n° hors série, mars, 15-16.

Rémond (1978) : *La vache laitière*, INRA, 230-242.

Rémond B., Journet M. (1972) : "Alimentation des vaches laitières avec des rations à forte proportion d'aliments concentrés. II ; Comportement alimentaire et digestion dans le rumen", *Ann. Zootech.*, 21, 191-205.

Roberts D.J. (1987) : "The effects of feeding fodder beet to dairy cows offered silage ad libitum", *Grass and Forage Sci.*, 42, 391-395.

Sauviant D., Dulphy J.P., Michalet-Doreau B. (1990) : "Le concept d'indice de fibrosité des aliments des ruminants", *INRA Prod. Anim.*, 3, 309-318.

Vérité R. (1970) : "Utilisation des betteraves et des choux par les vaches laitières", *Fourrages*, 42, 84-88.

Vérité R., Journet M. (1973) : "Utilisation de quantités élevées de betteraves par les vaches laitières : étude de l'ingestion, de la digestion et des effets sur la production", *Ann. Zootech.*, 22, 219-235.

Vérité R., Hoden A., Journet M. (1974) : "Distribution de betteraves en quantités élevées à des vaches laitières", *Bull. Tech. CRZV Theix*, INRA, 15, 15-20.

Vermorel M., Coulon J.B., Journet M. (1987) : "Révision du système des unités fourragères", *Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix*, INRA, 70, 9-18.

## SUMMARY

### **Fodder beets in animal husbandry**

Fodder beets, as a feed, are characterized by special features : they are rich in energy (1.12 F.U. for lactation per kg DM), poor in protein (90 g MAT per kg DM) and in cell walls ; they are moreover very palatable. Digestibility is good (87-90% for sheep), comparable to that of concentrates, but limited in case of an intake above 0.5% of liveweight. The filling values vary from 0.6 to 1 UEL (a unit measuring the energy value for lactation per intake of dry matter) per kg DM. If the intake exceeds 0.8% of liveweight, there are risks of acidosis and of acetonaemia. In diets based on grass silage or on hay, beets improve the butterfat and the protein contents of the milk. Diets with 3 or 6 kg beets are proposed ; they meet the requirements of 30 kg milk per day. Although the crop area of fodder beets is diminishing, their interest in animal husbandry remains certain.