

VALEUR ALIMENTAIRE DES FOURRAGES DÉSHYDRATÉS ET AGGLOMÉRÉS

LA VALEUR ALIMENTAIRE D'UN FOURRAGE EST LE PRODUIT DE DEUX FACTEURS QUI SONT :

- d'une part, sa valeur nutritive, plus spécialement sa valeur énergétique qui dépend avant tout du coefficient de digestibilité de la matière organique ;
- d'autre part, son acceptabilité ou quantité de matière sèche ingérée par des animaux auxquels on offre ce fourrage à volonté.

Nous allons examiner quelles sont les modifications de valeur alimentaire entraînées tout d'abord par la déshydratation en elle-même, puis par le conditionnement du fourrage déshydraté à la sortie de la déshydrateuse.

1) Modifications de la valeur alimentaire provoquées par la déshydratation en elle-même.

La déshydratation, par son séchage rapide, est la méthode de conservation qui provoque le moins de pertes ; les pertes, y compris celles à la récolte, représentent environ 5 à 10 % de la matière sèche présente dans le champ.

A) *Digestibilité et valeur nutritive :*

A partir de vingt et un échantillons de fourrages verts (dix-sept graminées et quatre trèfles violets) dont on mesurait la digestibilité et la quantité ingérée sur des lots de six moutons, nous avons préparé en 1967 et 1968 vingt et un fourrages déshydratés dans un séchoir à basse température (type Scolari). La déshydratation à basse température effectuée dans des conditions normales a provoqué, par rapport au fourrage vert, une diminution faible et très peu variable de la digestibilité de la matière organique des graminées ; en moyenne $-1,1 \text{ point} \pm 0,9$. La digestibilité des matières azotées a en revanche diminué de 4,7 points, soit 7,5 %. Pour les légumineuses, tout au moins pour le trèfle violet qui se sèche difficilement, les diminutions de digestibilité ont été importantes et plus variables : $-5,9 \pm 2,3$ points pour la matière organique et $-16,4$ points soit 25 % pour les matières azotées. Les diminutions de digestibilité de la matière organique observées à la Station de Lusignan, avec une déshydrateuse du même type, ont été plus importantes pour les graminées puisqu'elles ont été en moyenne de $-4,6$ points. Cette diminution plus importante de la digestibilité est due vraisemblablement à un séchage plus poussé (voir plus loin). Il convient cependant de se demander dans quelle mesure ces résultats sont extrapolables à la déshydratation à haute température qui est de loin la plus utilisée actuellement. Il semble que cela soit possible d'après les résultats récents de deux auteurs allemands (HENK et LAUBE, 1968) travaillant sur des fourrages déshydratés à haute température. Les diminutions de digestibilité qu'ils observent sont en effet très voisines des nôtres ; respectivement pour la matière organique et les matières azotées de $-0,5$ points et $-6,3$ points dans le cas des graminées, et $-4,1$ et $-11,4$ points dans le cas des légumineuses. Cependant, ces auteurs montrent que les diminutions de digestibilité varient tout d'abord en fonction du réglage de la machine : ils observent en effet une diminution moyenne de la digestibilité de la matière organique de $-8,6$ points s'il y a séchage exagéré contre $-1,7$ point si le séchage est adéquat. Ensuite, le type de fourrage déshydraté peut intervenir ; c'est ainsi que ces auteurs ont observé pour des fourrages riches en eau comme les choux et les collets de betteraves une diminution de digestibilité de la matière organique de 6,7 points.

B) *Quantités ingérées :*

Les huit graminées déshydratées étudiées en 1967 ont été ingérées en quantité plus faible ($-15,4$ %) que les plantes sur pied correspondantes.

Cette diminution semble résulter du fait que ces fourrages avaient été récoltés à l'ensileuse à fléaux car nous n'avons observé aucune diminution des quantités ingérées pour les graminées de 1968 récoltées avec une ensileuse à couteaux. La déshydratation ne semble donc pas avoir d'influence sur la quantité de matière sèche ingérée par les moutons. Ce résultat a d'ailleurs été confirmé sur des vaches laitières par VERITE (communication personnelle).

En définitive, on peut conclure que la déshydratation effectuée dans des appareils bien réglés ne modifie pas ou très peu l'acceptabilité et la valeur énergétique du fourrage, mais provoque en revanche une diminution non négligeable de sa valeur azotée. La valeur alimentaire, et plus spécialement la valeur nutritive des fourrages déshydratés, va donc dépendre presque exclusivement de celle du fourrage vert au moment de la fauche.

2) Modifications de valeur alimentaire entraînées par le conditionnement des produits déshydratés.

Pour être déshydratés, les fourrages doivent être hachés. Il est donc indispensable de les conditionner à la sortie de la déshydrateuse pour faciliter la manutention, le stockage, le transport et la distribution des fourrages aux animaux. Ce conditionnement est obtenu :

- soit en broyant les fourrages, puis en les agglomérant en petits bouchons par passage dans une presse munie d'une filière. Nous les appellerons des fourrages condensés ;
- soit en les agglomérant en petits bouchons par passage sans broyage préalable dans une presse munie d'une filière : ce sont les fourrages compactés ;
- soit en les agglomérant sans broyage préalable dans une presse à piston. Nous les appellerons des fourrages comprimés.

Nous allons examiner l'influence de ces différents modes de conditionnement sur la digestibilité et la quantité ingérée.

L'étude a porté jusqu'ici sur quarante-cinq échantillons dont vingt-cinq de luzerne, dix-sept de fétuque élevée et trois de ray-grass d'Italie. Déshydratés à haute température à Boigneville (déshydrateuse de l'I.T.C.F.), ces fourrages ont été étudiés sous quatre formes : hachée (c'est-à-dire la forme sous laquelle se trouve le fourrage à la sortie de la déshydrateuse et avant

le conditionnement), comprimée, compactée et condensée. Enfin, il est important de signaler que les fourrages conditionnés ont été distribués à des moutons n'ayant à leur disposition aucun aliment grossier.

A) *Influence du conditionnement sur la granulométrie du produit obtenu :*

Des échantillons des différents types d'agglomérés ont été tamisés (une fois délités) sur une série de tamis dont l'ouverture des mailles était décroissante. Cela nous a permis d'une part de tracer une courbe donnant, pour différentes ouvertures de maille le pourcentage cumulé de particules retenues et d'autre part de définir une taille moyenne des particules (tableau I).

TABLEAU I
INFLUENCE DU CONDITIONNEMENT
SUR LA GRANULOMETRIE DES FOURRAGES DESHYDRATES

		Taille moyenne (mm)	Pourcentage de particules de taille supérieure à :	
			1,25 mm	0,80 mm
<i>Graminées</i>	Non conditionnées	1,65	60 (55-70)	88 (85-90)
	Comprimées	0,95	25 (20-30)	47 (45-50)
	Compactées	0,80	18 (15-25)	38 (30-45)
	Condensées après broyage à la grille de :			
	— 10 mm	0,40	2 (1- 3)	8 (5-10)
— 3 mm	0,25	0	4 (3- 7)	
<i>Luzerne</i>	Non conditionnée	2,15	67 (60-75)	80 (75-90)
	Comprimée	1,10	37 (30-45)	55 (45-60)
	Compactée	1,10	33 (30-40)	55 (50-60)
	Condensée après broyage à la grille de :			
	— 20 mm	0,80	20 (15-25)	42 (35-45)
— 3 mm	0,40	1,0 (0-3)	12 (10-15)	

Le pressage des fourrages entraîne toujours un broyage : c'est ce qu'on constate si on compare la finesse des particules du fourrage haché et des fourrages comprimés et compactés correspondants (tableau I). Ce broyage lors du pressage est d'ailleurs d'autant plus important que le fourrage est plus sec et plus jeune. De l'analyse du tableau I, il ressort également que

pour un même type de conditionnement les graminées sont broyées plus finement que les légumineuses. De plus, il est important de remarquer que la granulométrie a varié dans des limites assez étroites pour une presse et un type de conditionnement donné; il sera donc possible de l'estimer à condition toutefois que la teneur en matière sèche du fourrage déshydraté à l'entrée de la presse soit peu variable.

B) *Influence du conditionnement sur la digestibilité et la valeur nutritive :*

Par rapport au produit déshydraté haché tel qu'il sort du déshydrateur, les différents traitements ont entraîné une diminution d'importance très variable du coefficient de digestibilité de la matière organique: cette diminution a été en moyenne de — 3,9 points et a varié de 0 à 13 points. Elle dépend :

- du niveau d'ingestion: en effet, elle a été plus faible pour les fourrages condensés distribués en quantité limitée que pour les fourrages condensés distribués à volonté (— 4 points contre — 12 points chez les graminées condensées après broyage à la grille de 3 mm, tableau II) ;
- de la finesse de broyage et par là du mode de conditionnement; c'est ainsi que pour les graminées distribuées à volonté, elle est passée en moyenne de — 1 point pour les fourrages comprimés à — 6,5 points pour les fourrages compactés et à — 10 points pour les fourrages condensés broyés à la grille de 10 mm (tableau II) ;
- de la famille botanique du fourrage: à finesse de broyage égale, elle est plus importante pour les graminées que pour les légumineuses.

Cette diminution de la digestibilité de la matière organique n'est pas due à une diminution de digestibilité des constituants cytoplasmiques et plus particulièrement des matières azotées. En effet, les teneurs en matières azotées non digestibles des fourrages conditionnés ou pas ont été pratiquement semblables.

Forme de présentation	Teneur en matières azotées non digestibles (en g/kg de M.S.)	
	Graminées	Luzerne
Hachée	4,63 (4,2-5,1)	5,30 (4,7-5,7)
Conditionnée	4,85 (4,3-5,4)	5,18 (4,5-5,9)

TABLEAU II
INFLUENCE DU MODE DE CONDITIONNEMENT
ET DU NIVEAU D'INGESTION SUR LA
DIMINUTION DE DIGESTIBILITE DE LA MATIERE ORGANIQUE,
EXPRIMEE EN POINTS PAR RAPPORT A LA DIGESTIBILITE
DU FOURRAGE DESHYDRATE HACHE

<i>Mode de conditionnement</i>	<i>Niveau d'ingestion</i>	<i>Graminées (points)</i>	<i>Légumineuses (points)</i>
Comprimé	Ad libitum	— 1,0 (0 à — 2)	— 1,5 (0 à — 3)
Compacté	Ad libitum	— 6,5 (— 6 à — 7)	— 2,5 (— 1 à — 4)
Condensé après broyage :			
— 20 mm	Ad libitum		— 2,5 (— 1 à — 4)
— 10 mm	Ad libitum	— 10,0 (— 8 à — 11)	
— 3 mm	Ad libitum	— 12,0 (— 11 à — 13)	— 4,0 (— 2 à — 5)
	Limité	— 4,0 (— 3 à — 5)	0

La diminution du coefficient de digestibilité de la matière organique des fourrages agglomérés est due essentiellement à la diminution de la digestibilité des constituants membranaires qui résulte elle-même :

- de la réduction de l'activité cellulolytique des microorganismes du rumen ;
- de l'accélération de la vitesse de transit, certaines particules pouvant quitter le rumen sans avoir été totalement digérées.

A finesse de broyage égale, la digestibilité des graminées diminue plus que celle des légumineuses d'une part parce que la réduction de l'activité cellulolytique est plus importante, d'autre part, parce que les membranes de graminées sont digérées plus lentement que celles des légumineuses et sont donc plus sensibles à une diminution du temps de séjour dans le rumen.

Par quoi se traduit cette diminution de digestibilité au niveau de la valeur énergétique des fourrages agglomérés ? D'après les travaux de BLAXTER et GRAHAM (1956), la valeur énergétique, du moins pour l'engraissement, ne serait pas modifiée ou diminuerait proportionnellement beaucoup moins vite que la digestibilité par suite de la diminution du « travail de digestion » et d'une meilleure utilisation de l'énergie digestible.

Dans l'état actuel de nos connaissances, on peut supposer que si la diminution de digestibilité reste inférieure à 5-6 points (c'est le cas des luzernes quel que soit le type de conditionnement et des graminées comprimées et compactées) la valeur énergétique pour l'engraissement n'est pas modifiée.

C) *Influence du conditionnement sur la quantité ingérée :*

Le conditionnement du fourrage entraîne une augmentation variable de la quantité de matière sèche volontairement ingérée par les moutons. Avec les graminées, la quantité de matière sèche ingérée a été d'autant plus importante que les fourrages ont été broyés plus finement, tout au moins tant que la taille moyenne des particules n'a pas été inférieure à 0,40 mm, ce qui correspond aux graminées condensées après broyage à la grille de 10 mm (tableau III). Chez la luzerne, par contre, la quantité ingérée a été beaucoup plus indépendante de la finesse de broyage et par là du type de conditionnement : elle a en effet été pratiquement maximum à partir du moment où la taille moyenne des particules a été inférieure à 1,10 mm (luzernes compactées) (tableau III). De plus, on constate que la luzerne est mieux consommée, à finesse de broyage égale, que la fétuque élevée (d'environ 10 % en plus pour les fourrages condensés).

Par rapport au fourrage déshydraté non conditionné, l'augmentation de la quantité ingérée entraînée par les différents types de conditionnement a varié dans des limites très larges : de 5 à 60 % chez la fétuque élevée et de 0 à 45 % chez la luzerne. Cela résulte du fait que les quantités ingérées de luzerne compactée et condensée et de fétuque élevée condensée ont été indépendantes de la digestibilité et donc du stade de récolte du fourrage initial. Or on sait que, dans le cas des fourrages classiques et donc des fourrages déshydratés non conditionnés, la quantité ingérée varie dans le même sens que la digestibilité. En conséquence, le conditionnement des fourrages déshydratés à un stade précoce (et donc très digestibles) entraînera une augmentation très faible de la quantité ingérée (figure 1).

TABLEAU III
INFLUENCE DU MODE DE CONDITIONNEMENT
SUR LES QUANTITES INGEREES PAR LES MOUTONS

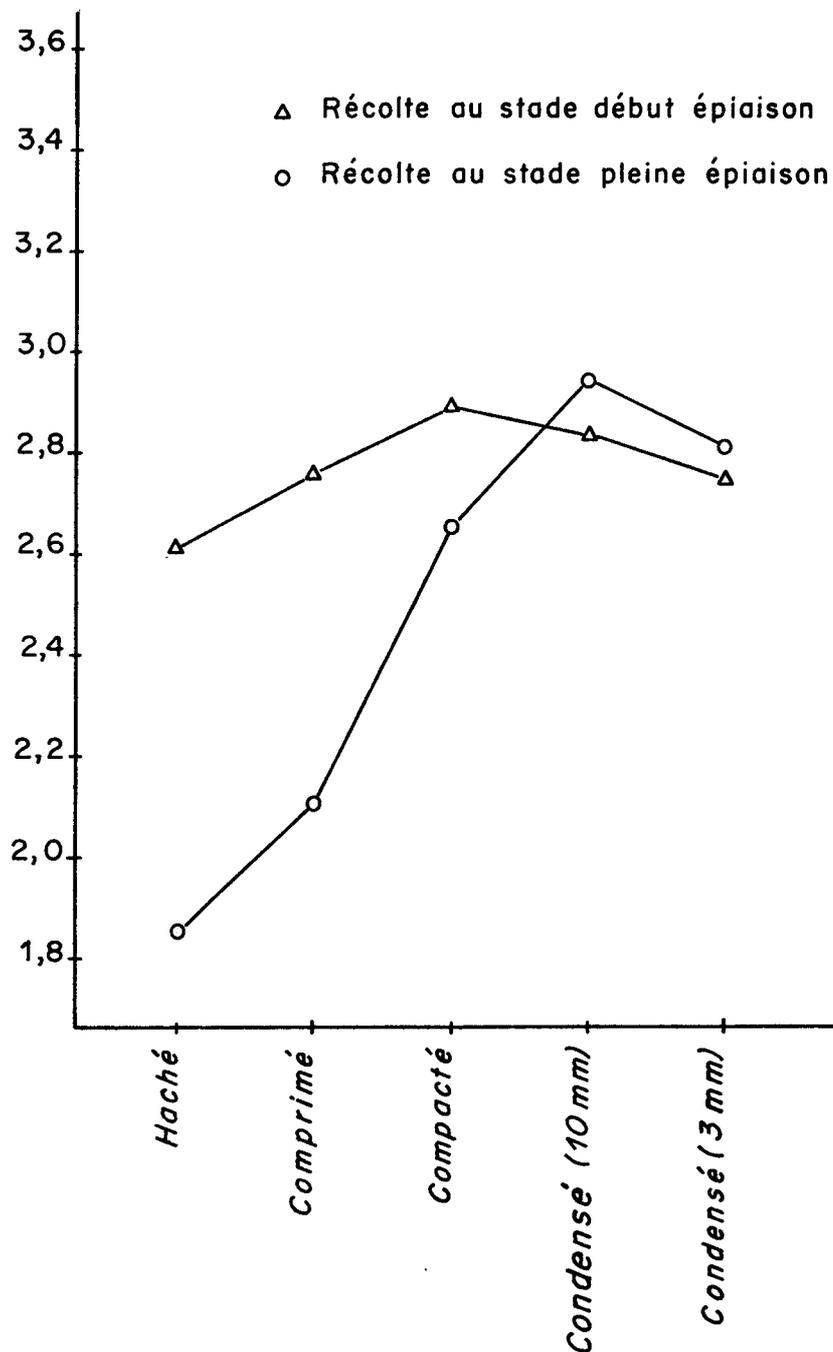
Nature du fourrage	Mode de conditionnement	Quantité de matière sèche ingérée (en kg/100 kg de poids vif)	Augmentation des quantités ingérées par rapport à la forme hachée (en %)	
			Matière sèche	Matière organique digestible
Fétuque élevée	Haché	2,23 (1,80-2,63)	100	100
	Comprimé	2,45 (2,16-2,88)	110 (*) (105-115)	108 (105-110)
	Compacté	2,77 (2,52-2,88)	127 (110-145)	115 (100-130)
	Condensé : 10 mm	2,92 (2,84-2,99)	134 (110-160)	115 (95-135)
	3 mm	2,84 (2,81-2,88)	131 (110-150)	108 (90-125)
Luzerne	Haché	2,52 (2,16-2,88)	100	100
	Comprimé	2,74 (2,16-3,06)	104 (*) (95-110)	104 (95-110)
	Compacté	3,17 (2,70-3,60)	126 (105-130)	124 (125-130)
	Condensé : 20 mm	3,28 (3,06-3,60)	130 (120-145)	124 (120-140)
	3 mm	3,20 (3,06-3,38)	127 (120-140)	120 (110-135)

(*) Les augmentations de quantités ingérées que nous avons observées sur les fourrages comprimés sont légèrement inférieures à celles obtenues à la Station de Lusignan, où elles ont été d'environ 15 % pour les graminées et les légumineuses. Cela semble résulter du fait qu'à Lusignan les fourrages ont été conditionnés immédiatement après avoir été déshydratés, ce qui n'a pas été le cas dans notre étude.

Figure 1

Influence du mode de conditionnement et du stade de récolte sur les quantités de matière sèche de fétuque élevée ingérées par des moutons.

Quantités ingérées
en kg de matière sèche / 100 kg de
poids vif



En raison de la diminution du coefficient de digestibilité, la quantité de matière organique digestible ingérée n'a pas augmenté dans les mêmes proportions que la quantité de matière sèche et a atteint son maximum pour des finesses de broyage plus grossières. Elle a en effet été maximum avec la forme compactée tant pour la luzerne que pour la fétuque. Pour cette dernière, l'augmentation de la valeur alimentaire due au conditionnement a été plus faible que pour la luzerne (tableau III) et pratiquement nulle pour des fourrages déshydratés à un stade précoce.

D) Influence du conditionnement sur le comportement alimentaire :

Le comportement alimentaire des moutons a été profondément modifié par le conditionnement des fourrages. Exprimé en pourcentage du temps total, le temps passé à ingérer et surtout à ruminer a diminué en même temps que la taille des particules. Or on sait que les fourrages agglomérés provoquent souvent des ennuis digestifs qui sont liés à une diminution du temps de rumination. Il est donc important de déterminer la taille moyenne des particules au-dessus de laquelle la rumination chez le mouton est pratiquement normale, c'est-à-dire représente au moins 30 % du temps total. Elle doit être supérieure ou égale à 0,8 mm pour les graminées et à 1,20 mm pour les luzernes. On peut aussi considérer le pourcentage de particules qui ont une taille supérieure à une ouverture de maille donnée, par exemple 0,8 mm : pour obtenir une rumination normale ce pourcentage doit être supérieur à 35 % pour la fétuque élevée et 55 % pour la luzerne. Cependant, il convient de ne pas oublier que, dans les conditions de la pratique, le meilleur moyen pour rétablir une rumination normale consiste à laisser à la disposition des animaux un minimum de fourrages grossiers : paille, foin, ensilage.

CONCLUSION

En définitive, on peut conclure que la déshydratation effectuée dans des appareils bien réglés ne modifie pas, ou très peu, l'acceptabilité et la valeur énergétique du fourrage mais provoque en général une diminution de sa valeur azotée.

Par contre, le conditionnement a une influence importante sur la valeur alimentaire des fourrages déshydratés ; il agit essentiellement par l'intermédiaire de la proportion de fines particules. Cependant, cette influence sera

d'autant plus réduite que le fourrage aura été récolté plus précocement et qu'il constituera une part plus faible de la ration. Sur le plan nutritionnel, le compactage des fourrages semble le plus intéressant : en effet, tout en permettant une ingestion maximum d'éléments nutritifs, il semble mettre l'animal à l'abri des ennuis digestifs si on se réfère au temps de rumination. Toutefois, il convient d'être prudent car l'I.T.C.F., qui a préparé ces échantillons de fourrages, a apporté des améliorations importantes à la technologie du conditionnement et, de ce fait, nos résultats ne sont peut-être pas directement généralisables aux fourrages agglomérés dans une unité de déshydratation classique.

J. ANDRIEU,
I.N.R.A.,
C.R.Z.V. de Theix.