

V A L E U R A L I M E N T A I R E D E S F O U R R A G E S D É S H Y D R A T É S

LA VALEUR ALIMENTAIRE D'UN FOURRAGE DEPEND DE DEUX FACTEURS D'EGALE IMPORTANCE :

- sa valeur nutritive, plus spécialement sa valeur énergétique qui dépend avant tout du coefficient de digestibilité de la matière organique,
- son « acceptabilité » ou quantité de matière sèche ingérée par les animaux auxquels on offre ce fourrage à volonté.

Dans l'appréciation de la qualité des fourrages conservés, l'agriculteur a trop souvent tendance à accorder une importance prépondérante à la qualité de la conservation et à négliger le facteur de loin le plus important de la valeur alimentaire d'un fourrage conservé, à savoir la valeur alimentaire du fourrage vert sur pied au moment de la fauche.

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

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 : elle réduit considérablement les pertes par respiration entre la fauche et la mort de la plante qui ne survient que lorsque la teneur en matière sèche de la plante atteint 65 % environ.

La déshydratation supprime les pertes causées par la pluie ou l'activité des micro-organismes. Les seules pertes qui subsistent et qui peuvent être qualifiées de mécaniques résultent de la combustion partielle ou totale de certaines parties du produit ainsi que de la perte de très fines particules entraînées par les gaz chauds. Les pertes, y compris celles à la récolte, restent le plus souvent comprises entre 5 et 10 % de la matière sèche présente dans la récolte sur pied.

Il existe encore très peu d'études systématiques sur les modifications de valeur nutritive provoquées par la déshydratation et les seules études réalisées sont généralement anciennes. Selon WATSON (1951), les pertes de valeur énergétique et de valeur azotée ne devraient pas excéder 5 à 10 % quand la déshydratation est bien conduite. EDIN et HELLEDAY (1942), avec une déshydrateuse Pehrson (pré-séchage à haute température et fin de séchage à basse température) trouvent des pertes de 2 % en énergie nette et de 13 % en matières azotées digestibles. Selon DIJKSTRA (1958), la déshydratation à basse température provoque une diminution de 5 % de la digestibilité des matières azotées et une diminution négligeable de la digestibilité des autres constituants. Lors de ses premiers essais avec des déshydrateuses à haute température, DIJKSTRA observe des diminutions de digestibilité beaucoup plus élevées ; mais dans une nouvelle série d'essais effectués en 1953 sur des machines plus récentes (VAN DER BROCK) bien réglées, il observe des diminutions de digestibilité beaucoup plus faibles : 1 % pour la matière organique, 5 à 10 % pour les matières azotées. Il semble en effet (BILANSKI, 1965) qu'on puisse exposer durant des temps très courts (quelques secondes) des feuilles et des tiges de Luzerne à des températures très élevées (750 à 850° C), sans occasionner de dommages visibles à condition que le séchage ne soit pas complet et qu'il soit terminé à une température beaucoup plus basse (200° C), notamment si on veut éviter une diminution importante de la digestibilité des matières azotées. C'est ce que montrent bien les résultats de WATSON et NASH (1960) présentés ci-dessous :

Température des gaz à la sortie de la déshydrateuse	120°C	185°C	150°C	205°C
Digestibilité des matières azotées ..	76,0	75,5	75,6	59,2

46 Ces données déjà anciennes sont confirmées par les premiers résultats que nous avons obtenus. Pour les dix fourrages de graminées et de Trèfle

déshydratés à basse température (déshydrateuse Scolari) que nous avons étudiés en 1967, la diminution de la digestibilité entre la plante sur pied et le fourrage déshydraté a été en moyenne de 1,3 point (+ 2,2 à — 6,8) pour la matière organique et de 9,6 points (— 3,4 à — 16,2) soit 15 % pour les matières azotées. Les douze Luzernes déshydratées à haute température que nous avons étudiées de 1964 à 1966 ont été fabriquées dans la Marne. Il n'a donc pas été possible de mesurer la digestibilité en vert et, par suite, d'évaluer l'importance de la diminution éventuelle de la digestibilité de la matière organique. On peut cependant estimer avec précision la diminution de la digestibilité des matières azotées provoquée par la déshydratation. En effet, la digestibilité des matières azotées d'un fourrage vert ne dépend que de la teneur en matières azotées. En particulier il suffit de retrancher 4,5 à la teneur en matières azotées totales pour connaître la teneur en matières azotées digestibles de la Luzerne verte. Or, pour les Luzernes déshydratées (distribuées sous forme d'agglomérés en quantités limitées ou sous forme hachée) il nous faut retrancher 6,4 (5,2 à 7,6).

$$\text{M.A.D. (en \%)} = \text{M.A.T. (en \%)} - 6,4$$

ce qui correspond à une diminution de la digestibilité des matières azotées de 10 % environ par rapport à celle des fourrages verts.

Il n'existe pas à notre connaissance de données bibliographiques sur les modifications d'acceptabilité provoquées par la déshydratation. Les dix fourrages déshydratés à basse température que nous avons étudiés en 1967 ont été ingérés sous forme hachée, en quantité un peu plus faible (en matière sèche) que les fourrages verts correspondants : en moyenne 14,0 % en moins (+ 11,2 à — 28,7 %). Cette diminution est peut-être due au fait que ces fourrages avaient été récoltés avec une ensileuse à fléaux. En effet, les treize fourrages déshydratés étudiés en 1968 ont été ingérés en même quantité que les fourrages verts correspondants, mais ils avaient été récoltés avec une ensileuse (New-Holland) à couteaux.

En définitive, on peut conclure de ces différentes études 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 (environ 10 à 15 %) de sa valeur azotée. La valeur alimentaire et plus spécialement la valeur nutritive des fourrages déshydratés va donc dépendre presque exclusivement de celle des fourrages verts au moment de la fauche. Elle sera donc très variable suivant l'espèce végétale déshydratée et pour une espèce végétale donnée suivant le stade de croissance

et l'âge du fourrage au moment de la fauche. C'est ce qui ressort très clairement des données présentées dans les tableaux I et II qu'il serait trop long de commenter ici. Nous nous contenterons simplement de souligner que le stade optimum d'exploitation du premier cycle varie pour les graminées d'une semaine avant à une semaine après le début de l'épiaison et est situé au stade « bourgeonnement » pour les légumineuses. En effet, la valeur nutritive à ces stades est encore élevée et la production (en U.F. ou en M.A.D.) à l'hectare a déjà atteint son maximum.

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

Pour être déshydratés, les fourrages doivent être hachés finement. 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. Ils se présentent alors sous forme de cubes de quelques centimètres de côté ou sous forme de grosses rondelles : nous les appellerons les fourrages comprimés.

Nous allons examiner l'influence de ces différents modes de conditionnement sur la valeur nutritive et l'acceptabilité des fourrages.

FOURRAGES CONDENSES

Nous allons d'abord faire le point de ce que l'on sait de l'influence du broyage sur la valeur alimentaire des foins. Nous aborderons ensuite les fourrages déshydratés. En effet, l'influence du broyage sur la valeur alimentaire des fourrages a été étudiée essentiellement (tant en France qu'à l'étranger) sur des foins.

TABLEAU 1

EVOLUTION AU COURS DU PREMIER CYCLE DE VEGETATION
DE LA VALEUR NUTRITIVE ET DES PRODUCTIONS DE MATIERE SECHE
ET D'ELEMENTS NUTRITIFS A L'HECTARE

pour les fourrages verts dont la digestibilité a été étudiée de 1962 à 1967 au C.N.R.Z. de Jouy-en-Josas, au C.R.Z.V. de Theix et au domaine d'expérimentation animale du Pin-au-Haras.

Espèce végétale	Stade végétatif	Valeur nutritive/kg de M.S.			Production à l'ha		
		Dig M.O.	U.F.	M.A.D.	M.S. (kg)	U.F.	M. A. D. (kg)
Dactyle	Montaison (épi à 10 cm) ..	78,0	0,83	155	2.700	2.210	430
	1 sem. avant début épiaison	77,0	0,81	155	3.100	2.540	480
	Début épiaison	73,5	0,76	110	3.600	2.740	400
	1 sem. après début épiaison	70,5	0,70	90	4.800	3.330	435
	Floraison	58,5	0,48	55	7.100	3.430	405
Fétuque des prés	Montaison (épi à 10 cm) ..	81,0	0,90	160	2.200	2.000	360
	1 sem. avant début épiaison	79,0	0,87	120	2.800	2.500	360
	Début épiaison	76,0	0,83	95	4.000	3.300	410
	1 sem. après début épiaison	72,0	0,75	80	5.400	4.100	440
	Floraison	65,0	0,61	70	5.900	3.600	460
Fléole	Montaison (épi à 10 cm) ..	77,0	0,85	85	4.600	3.900	390
	1 sem. avant début épiaison	70,0	0,73	60	6.700	5.000	410
	Début épiaison	67,0	0,67	52	7.800	5.360	410
	1 sem. après début épiaison	63,0	0,58	37	9.000	5.400	370
	Floraison	58,0	0,50	33	9.800	5.300	375
Ray-grass anglais	Montaison (épi à 10 cm) ..	83,0	0,93	130	3.600	3.400	460
	1 sem. avant début épiaison	75,0	0,80	80	6.700	5.000	410
	Début épiaison	72,5	0,76	80	7.900	5.910	610
	1 sem. après début épiaison	70,0	0,71	55	8.100	5.750	445
	Floraison	65,5	0,63	40	9.500	5.900	376
Ray-grass d'Italie	Montaison (épi à 10 cm) ..	79,0	0,87	110	3.100	2.710	350
	1 sem. avant début épiaison	73,0	0,77	80	5.800	4.320	445
	Début épiaison	70,5	0,72	71	7.300	5.210	520
	1 sem. après début épiaison	67,5	0,66	65	7.700	4.920	460
	Floraison	63,0	0,58	45	8.300	4.510	420
Luzerne	Végétatif : 30 cm	78,0	0,84	210	2.000	1.725	430
	Végétatif : 60 cm	73,0	0,75	185	4.000	3.000	700
	Début bourgeonnement ...	68,0	0,67	170	5.200	3.000	785
	Bourgeonnement	67,0	0,64	160	5.400	3.530	800
	Début floraison	63,0	0,57	150	6.000	3.445	870
	Pleine floraison	59,0	0,51	140	6.200	3.375	930
Trèfle violet	Végétatif : 30 cm	83,0	0,91	170	3.500	3.220	600
	Début bourgeonnement ...	76,0	0,81	155	5.000	4.050	775
	Bourgeonnement	75,0	0,80	145	5.300	4.240	770
	Début floraison	70,0	0,70	130	5.500	3.850	710
	Pleine floraison	68,0	0,66	115	5.800	3.850	670

TABLEAU II
DIGESTIBILITE ET VALEUR ENERGETIQUE DES REPOUSSES

Espèce végétale	2 ^e cycle (1)			3 ^e et 4 ^e cycles		
	Age (jours)	Dig. M.O.	U.F./kg M.S.	Age (jours)	Dig. M.O.	U.F./kg M.S.
Dactyle	40	71	0,72	40	70	0,70
	75	66	0,63	75	65	0,61
Fétuque des prés ..	40	73	0,76	40	74	0,78
	80	69	0,68	80	65	0,61
Fléole	55	72	0,74			
	80	61	0,53			
Ray-grass anglais ..	40	77	0,84	40	75	0,80
	70	72	0,74	70	71	0,72
Ray-grass italien ..	30	70	0,70	50	75	0,80
	60	62	0,55	70	69	0,68
Prairie naturelle ...	50	71	0,72	50	75	0,80
	90	65	0,61	90	70	0,70
Luzerne	35	67	0,65	35	68-70	0,68
	60	58	0,47	60	61	0,53

(1) Il s'agit des deuxièmes cycles correspondant à une exploitation du premier cycle au stade épiaison. Ces repousses sont donc entièrement feuillues sauf celles de Fléoles et de Ray-grass d'Italie.

La digestibilité des repousses épiées correspondant à une exploitation précoce est inférieure de 5 à 7 points à ces valeurs.

1) Les foins.

Les foins condensés sont ingérés en quantité beaucoup plus grande que les foins longs correspondants : de 36 à 96 % pour six foins (trois Luzernes et trois graminées) étudiés sur des moutons, de 32 à 88 % pour quatre foins de Luzerne étudiés sur des vaches (DEMARQUILLY, 1967 ; DEMARQUILLY et JOURNET, 1967). Les augmentations que nous avons observées semblent indépendantes de la finesse de broyage des foins, tout au moins dans la gamme que nous avons étudiée : depuis la grille de 1,5 mm de diamètre jusqu'à la grille de 5 mm. L'acceptabilité des fourrages condensés est

pratiquement indépendante de la qualité des foins longs correspondants. L'augmentation de la quantité ingérée due au broyage sera donc d'autant plus importante que le foin long est de mauvaise qualité. En revanche, l'acceptabilité des foins condensés semble dépendre en partie de la dureté des agglomérés qui ne doit pas être trop grande. Malgré l'augmentation des quantités ingérées, les animaux passent beaucoup moins de temps à ingérer et surtout à ruminer.

Cette augmentation des quantités ingérées résulte essentiellement du fait que le foin condensé étant réduit en particules suffisamment fines pour franchir l'orifice du feuillet, a la possibilité de transiter d'autant plus vite qu'il est ingéré en grande quantité. Cette possibilité n'est pas possédée par le foin long ou haché qui doit être réduit en fines particules sous l'action des micro-organismes du rumen et de la rumination, ce qui implique la digestion quasi-totale des constituants membranaires digestibles. Les quantités de foin condensé ingérées ont cependant une limite qui est de l'ordre de :

- 2,8 à 3,5 % du poids vif chez le mouton,
- 2,6 à 3,0 % du poids vif chez la vache,
- 2,7 à 2,8 % du poids vif chez le bœuf.

A partir d'une certaine quantité de matière sèche ingérée, il semble en effet se produire un engorgement du feuillet et de l'intestin parce que le temps de séjour intestinal ne peut descendre au-dessous d'une valeur minimum.

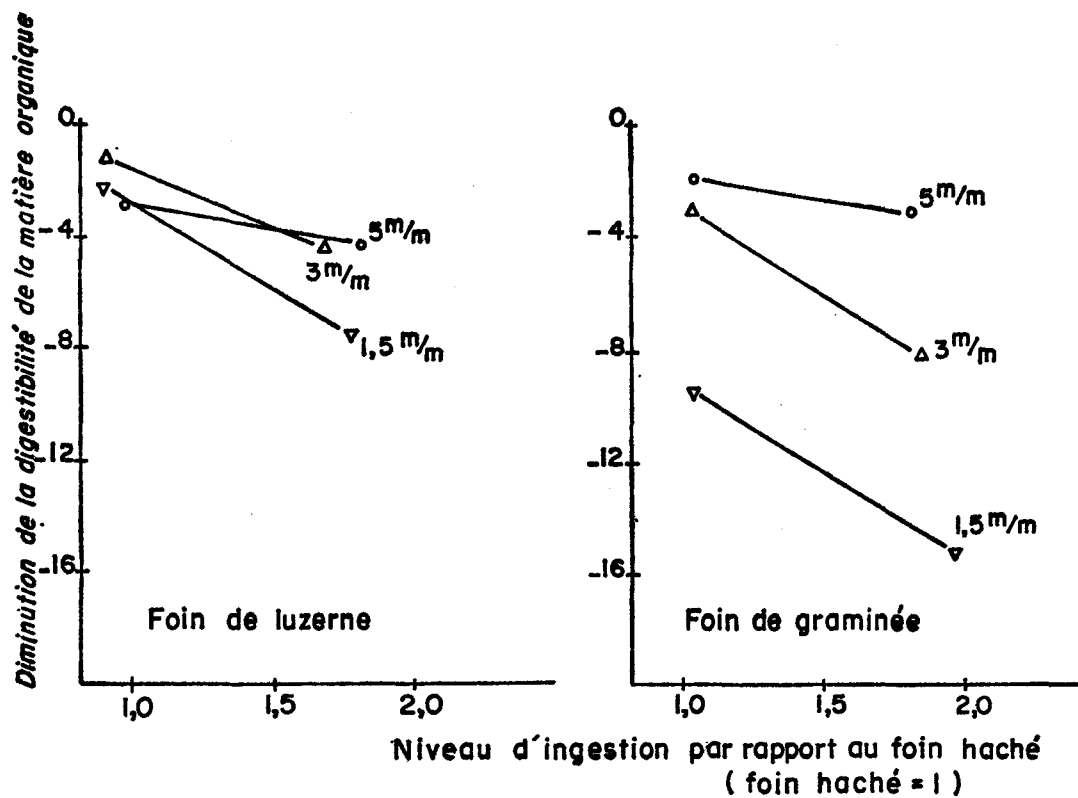
En revanche, les foins condensés sont moins digestibles que les foins longs correspondants. La diminution est cependant variable suivant les foins ; elle va pour la matière organique des six foins que nous avons étudiés de 0,4 à 15,1 points. Elle dépend :

- du niveau d'ingestion : la digestibilité des foins condensés distribués en quantité limitée (égale à celle ingérée sous forme de foin long) diminue beaucoup moins vite que celle des foins condensés distribués *ad libitum* (figure 1) ;
- de la finesse de broyage : la digestibilité des foins condensés distribués *ad libitum* ou en quantité limitée diminue d'autant plus qu'ils ont été plus finement broyés (figure 1) ;
- de la nature du foin : la digestibilité des foins condensés de graminées diminue, à finesse de broyage égale, beaucoup plus que celle des foins de Luzerne (figure 1).

FIGURE 1

DIMINUTION DE LA DIGESTIBILITE DE LA MATIERE ORGANIQUE
DES FOINS CONDENSES
SUIVANT LA NATURE, LA FINESSE DE BROYAGE DU FOIN
ET LE NIVEAU D'INGESTION DES MOUTONS

(Les foins ont été broyés à la grille de 1,5 mm, 3 mm et 5 mm
et distribués soit en quantité limitée, soit ad libitum)



Cette diminution de la digestibilité de la matière organique résulte essentiellement de la diminution de la digestibilité des constituants membranaires (cellulose, hémicelluloses), alors que la digestibilité du contenu cellulaire (glucides solubles, matières azotées) est peu ou pas affectée. Cette diminution résulte du fait que les foins condensés séjournent moins longtemps dans le rumen et y subissent moins longtemps l'attaque des micro-organismes du rumen. Ce sont donc les constituants membranaires dont la digestion est lente, dont la digestibilité diminue le plus. L'accélération du transit digestif n'explique d'ailleurs pas à elle seule la diminution de la digestibilité. Quand les animaux reçoivent des foins condensés, ils les ingèrent rapidement et sécrètent peu de salive ; par ailleurs, ces foins offrant une surface d'attaque aux micro-organismes plus importante que les foins longs, fermentent rapidement. Il en résulte une baisse du pH et par suite une modification de la flore bactérienne du rumen ; en particulier, la flore cellulolytique régresse. Il y a donc diminution du pouvoir de digestion des micro-organismes. La dégradation des membranes de graminées étant plus lente que celle des membranes de légumineuses, les graminées sont plus sensibles d'une part à la diminution du temps de séjour dans le rumen, d'autre part à la diminution du pouvoir cellulolytique du jus de rumen. Il en résulte que le niveau d'ingestion et la finesse de broyage ont une influence beaucoup plus grande sur la digestibilité des foins condensés de graminées que sur celle des foins condensés de Luzerne (figure 1).

La diminution de digestibilité, tout au moins si elle reste faible, n'entraîne peut-être pas une diminution de la valeur énergétique nette des foins. En effet, l'augmentation des pertes d'énergie dans les fèces est compensée par une diminution des pertes d'énergie sous forme d'urine et de méthane et par une meilleure utilisation de l'énergie digestible, tout au moins pour l'engraissement (BLAXTER et GRAHAM, 1956). En effet, la modification des conditions biologiques régnant dans le rumen va entraîner une modification de la flore du rumen. Cette nouvelle flore va donner naissance, en partant du même fourrage, à moins d'acide acétique et à plus d'acides propionique et butyrique que la flore normale. Or on sait que les acides propionique et butyrique sont mieux utilisés pour la lipogénèse que l'acide acétique. En revanche, ces modifications de la nature des fermentations dans le rumen pourront avoir des répercussions sur la santé de l'animal ou sur la synthèse des matières grasses du lait chez la vache.

En définitive, les foins condensés ont une valeur alimentaire très nettement supérieure à celle des foins longs ou hachés correspondants et cela

parce qu'ils sont ingérés en beaucoup plus grande quantité. Cependant, si les foins sont broyés trop finement et distribués *ad libitum* aux animaux, ceux-ci les digèrent incomplètement, ce qui peut se traduire par un gaspillage énergétique. Il y a en outre une diminution du taux butyreux du lait chez la vache et une apparition de troubles digestifs chez les animaux qui ne disposeraient pas par ailleurs d'un minimum de fourrages longs.

2) Les fourrages déshydratés.

Le broyage et la mise en agglomérés vont avoir sur les fourrages déshydratés la même influence que sur les foins. C'est ce qui ressort très nettement des mesures de digestibilité et d'acceptabilité que nous avons effectuées en 1964 et 1965 sur des Luzernes de première, deuxième et troisième coupes qui ont été soit fanées (en grange ou sur le sol), soit déshydratées. Les Luzernes déshydratées et une partie des foins ont été broyés dans un broyeur muni d'une grille à mailles de 3 mm (grille classique en déshydratation industrielle) et agglomérés. Les Luzernes ayant été récoltées dans la Marne, nous n'avons pas pu mesurer la digestibilité et l'acceptabilité des Luzernes vertes correspondantes, aussi nous avons estimé la digestibilité des Luzernes vertes à partir de leur stade végétatif et de leur composition chimique. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau III et confirment, en ce qui concerne les foins, les résultats déjà obtenus dans les expériences précédentes, à savoir que le broyage des foins provoque une augmentation importante de la quantité ingérée et une diminution de la digestibilité. En revanche, il est surprenant de constater que les Luzernes déshydratées sont non seulement beaucoup moins digestibles que les Luzernes vertes correspondantes, mais sont aussi moins digestibles que les foins séchés en grange ou séchés au sol correspondants et présentés sous forme hachée (sauf pour les foins de troisième coupe qui ont été récoltés dans de très mauvaises conditions climatiques en 1964 et 1965). Les Luzernes déshydratées condensées ont pratiquement la même digestibilité et la même acceptabilité que les foins condensés alors qu'elles semblent bien meilleures si on les juge sur leur composition chimique. Si on admet que la déshydratation en elle-même modifie peu la digestibilité de la matière organique on peut conclure de ces résultats que le conditionnement des Luzernes déshydratées (broyage à la grille de 3 mm) a provoqué une diminution très importante de leur digestibilité. Cette diminution est en effet égale en moyenne à la diminution de digestibilité due à la fenaison du foin et augmentée de la diminution de digestibilité provoquée par le broyage du foin. Le broyage des

TABEAU III
INFLUENCE DU MODE DE SECHAGE ET DU MODE DE CONDITIONNEMENT
SUR LA DIGESTIBILITE ET L'ACCEPTABILITE DES LUZERNES
(1964-1965)

Année	Nature du fourrage	Forme de présentation	Finesse de broyage (mm)	Mode de distribution	Composition chimique M.A.T. Cb	Dig. de la matière organique	M.A.D. (g)	Quantité ingérée P.0,75	
1 ^{re} coupe	1964	Luzerne verte		<i>Ad libitum</i>	12,0 40,7	57,1	80	45,5	
		Foin (sol)	hachée	<i>Ad libitum</i>	14,0 33,7	45,6	83	118,6	
		Foin (sol)	condensée	3 mm	<i>Ad libitum</i>	14,7 30,5	47,4	79	121,8
	1965	Déshydraté	condensée	3 mm	<i>Ad libitum</i>				
		Luzerne verte			<i>Ad libitum</i>	20,0 30,3	69,5	145	69,5
		Foin (sol)	hachée		<i>Ad libitum</i>	19,3 30,5	58,8	136	69,5
Foin (sol)		condensée	3 mm	<i>Ad libitum</i>	20,4 27,7	51,1	136	91,4	
Foin (ventil.)		hachée		<i>Ad libitum</i>	19,9 29,9	61,1	145	63,7	
Foin (ventil.)		condensée	3 mm	<i>Ad libitum</i>	21,9 25,8	59,7	165	93,6	
2 ^e coupe	1964	Déshydraté	condensée	3 mm	<i>Ad libitum</i>	20,3 24,1	60,4	131	94,9
		Déshydraté	condensée	3 mm	Limitée	20,3 24,1	63,3	151	59,8
		Luzerne verte			<i>Ad libitum</i>	17,2 30,9	60,0	125	59,5
	1965	Foin (sol)	hachée		<i>Ad libitum</i>	16,4 31,2	54,2	110	114,8
		Foin (sol)	condensée	3 mm	<i>Ad libitum</i>	17,9 26,0	53,0	116	118,4
		Déshydraté	condensée	3 mm	<i>Ad libitum</i>				
Luzerne verte				<i>Ad libitum</i>	17,6 30,9	64,2	131	56,0	
Foin (sol)		hachée		<i>Ad libitum</i>	16,8 34,7	56,5	119	85,5	
Foin (sol)		condensée	3 mm	<i>Ad libitum</i>	18,1 34,5	52,4	128	61,6	
3 ^e coupe	1964	Foin (ventil.)	hachée		<i>Ad libitum</i>	15,8 35,2	60,8	116	97,9
		Foin (ventil.)	condensée	3 mm	<i>Ad libitum</i>	17,9 30,1	54,8	132	94,9
		Déshydraté	condensée	3 mm	<i>Ad libitum</i>	18,7 27,3	56,9	127	51,3
	1965	Déshydraté	condensée	3 mm	Limitée	18,7 27,3	60,9	135	51,3
		Luzerne verte			<i>Ad libitum</i>	14,3 33,7	55,1	97	64,4
		Foin (sol)	hachée		<i>Ad libitum</i>	15,0 32,5	49,0	92	112,5
Foin (sol)		condensée	3 mm	<i>Ad libitum</i>	21,1 21,6	57,8	148	90,7	
Déshydraté		condensée	3 mm	<i>Ad libitum</i>					
Luzerne verte				<i>Ad libitum</i>	21,6 33,8	63,8	171	52,2	
1965	Foin (sol)	hachée		<i>Ad libitum</i>	15,6 37,6	55,0	107	106,4	
	Foin (sol)	condensée	3 mm	<i>Ad libitum</i>	15,8 34,2	47,0	99	63,7	
	Foin (ventil.)	hachée		<i>Ad libitum</i>	15,9 34,4	53,8	111	108,7	
	Foin (ventil.)	condensée	3 mm	<i>Ad libitum</i>	16,1 35,1	46,4	104	105,8	
	Déshydraté	condensée	3 mm	<i>Ad libitum</i>	21,6 27,1	57,8	157	51,6	
	Déshydraté	condensée	3 mm	Limitée	21,6 27,1	60,7	146	51,6	

Luzernes déshydratées provoque donc une diminution de digestibilité bien plus importante que le broyage des foins. Cela s'explique facilement par le fait qu'à même diamètre de grille du broyeur, les Luzernes déshydratées sont beaucoup plus finement broyées que les foins parce qu'elles sont beaucoup plus sèches. Nous ne trouvons pratiquement pas de particules de taille supérieure à 1,25 mm dans les Luzernes déshydratées, alors qu'il y en a de 15 à 25 % dans les foins (les teneurs en grosses particules dans les foins varient en sens inverse de leur teneur en matière sèche, ce qui explique en partie les diminutions de digestibilité variables suivant les foins pour un diamètre de grille donné).

En outre, cette trop grande finesse de broyage entraîne des troubles digestifs: c'est ainsi que pour effectuer les mesures, il a fallu distribuer aux moutons en cage recevant les Luzernes déshydratées, 100 g de foin long par jour, alors que nous n'avons jamais eu d'ennuis digestifs avec les foins condensés. En revanche, les Luzernes déshydratées condensées ne sont pas ingérées en plus grande quantité que les foins condensés puisque l'acceptabilité est indépendante de la finesse de broyage, tout au moins à partir d'une certaine finesse.

Il semble donc que pour une utilisation *ad libitum* par les ruminants, les Luzernes déshydratées (et *a fortiori* les graminées) doivent être broyées beaucoup plus grossièrement. C'est la raison pour laquelle en 1966 et 1967 nous avons étudié des Luzernes et des graminées déshydratées condensées après des broyages aux grilles de 10, 15 et 20 mm. Les résultats présentés dans les tableaux IV et V montrent que le broyage à la grille de 10 ou 15 mm semble encore trop fin. Il provoque encore une chute importante de digestibilité, surtout avec les graminées. A cause de la grande siccité des fourrages déshydratés, la taille des particules n'augmente en effet que très lentement quand le diamètre des trous de la grille augmente (figure 2). Si l'augmentation de la taille des particules reste insuffisante pour limiter la chute de digestibilité, elle doit cependant réduire la fréquence des accidents digestifs puisque nous constatons que le temps passé par les animaux à ruminer augmente très nettement. Les résultats provisoires de ces études semblent donc indiquer qu'il faudrait s'orienter vers des broyages avec des grilles à mailles de diamètre égal ou supérieur à 20 mm, tout au moins si les fourrages sont destinés à être distribués *ad libitum* aux animaux.

TABLEAU IV
INFLUENCE DU CONDITIONNEMENT SUR LA DIGESTIBILITE ET L'ACCEPTABILITE
DES LUZERNES FANEES OU DESHYDRATEES
(1966 et 1967)

Année	Mode de séchage	Forme de présentation	Diamètre de la grille du broyeur mm	% de particules supérieures à 1,25 mm	Mode de distribution	Dig. M.O.	Matière sèche ingérée g/kg p.0,75	Comportement alimentaire de l'animal				
								Durée en % du temps total			Durée/kg M.S. ingérée	
								Ingestion	Rumination	Repos	Ingestion	Rumination
1966	Fanage	hachée			<i>Ad libitum</i>	52,9	67,9	21,7	39,2	31,0	2 h 17	4 h 14
	Fanage	compactée		26,9	<i>Ad libitum</i>	47,0	87,5	7,9	23,3	68,6	1 h 05	3 h 06
	Déshydrat.	condensée	10	7,1	<i>Ad libitum</i>	50,8	107,2	9,3	17,6	73,0	0 h 47	1 h 30
	Déshydrat.	condensée	3	1,2	<i>Ad libitum</i>	50,5	116,5	11,6	10,8	77,4	0 h 50	0 h 50
	Déshydrat.	condensée	3	1,2	Limitée	54,5	61,0	2,6	8,9	88,4	0 h 25	1 h 01
1966	Déshydrat.	hachée		53,5	<i>Ad libitum</i>	61,5	71,7	17,8	27,4	54,7	2 h 15	3 h 34
	Déshydrat.	compactée		7,3	<i>Ad libitum</i>	56,4	82,3	11,8	9,3	78,8	1 h 20	1 h 03
	Déshydrat.	compactée		7,3	Limitée	59,4	61,3	3,3	9,8	86,8	0 h 19	0 h 59
	Déshydrat.	condensée	3	1,9	<i>Ad libitum</i>	56,3	91,3	13,6	2,4	84,0	1 h 08	0 h 12
1967	Déshydrat.	hachée		63,3	<i>Ad libitum</i>	60,9	60,5	13,4	35,2	51,3	2 h 09	5 h 42
	Déshydrat.	compactée		18,0	<i>Ad libitum</i>	57,2	86,2	10,7	35,0	54,2	1 h 08	3 h 46
	Déshydrat.	condensée	20	9,5	<i>Ad libitum</i>	58,5	88,5	8,9	24,9	66,2	1 h 11	3 h 08
	Déshydrat.	condensée	3	0,1	<i>Ad libitum</i>	56,2	84,0	9,0	1,2	89,0	1 h 12	0 h 09
	Déshydrat.	condensée	3	0,1	Limitée	58,1	51,9	2,6	4,7	92,6	0 h 31	0 h 56

FOURRAGES COMPACTES

Plutôt que de broyer grossièrement les fourrages avant de les agglomérer, on peut penser qu'il est plus simple de les agglomérer directement sans broyage préalable. Quelques presses à compacter existent à l'heure actuelle sur le marché. En 1966 et 1967, nous avons mesuré la digestibilité et l'acceptabilité d'un certain nombre de foins et de fourrages déshydratés compactés. La digestibilité des fourrages compactés est inférieure de 4 à 8 points à celle des fourrages hachés correspondants (tableaux IV et V). En fait, le broyage dans un broyeur a été remplacé par le broyage dans la presse lors du compactage (figure 2). Le problème du compactage sans broyage des fourrages n'a donc pas encore été résolu. Remarquons cependant que la presse utilisée en 1967 respecte beaucoup plus la structure du fourrage que le prototype utilisé en 1966. Il n'y avait que 7 % de particules de taille supérieure à 1,25 mm dans la Luzerne déshydratée étudiée en 1966, il y en a 20 % dans celle étudiée en 1967. Les études technologiques en cours réalisées par le C.N.E.E.M.A. et l'I.T.C.F. devraient permettre d'augmenter encore cette proportion. On peut se demander d'ailleurs si cela est bien utile. En effet, alors que les Luzernes compactées sont ingérées en quantité aussi grande que les Luzernes condensées, les graminées compactées sont ingérées en quantité beaucoup plus faible que les graminées condensées. Une augmentation nouvelle de la taille des particules ne va-t-elle pas entraîner une nouvelle diminution de la quantité ingérée ? Les premiers résultats obtenus avec les fourrages comprimés nous donnent à penser que non, mais cela reste à vérifier. Quoi qu'il en soit, cela montre une nouvelle fois que les études effectuées sur les Luzernes ne peuvent pas être généralisées sans vérification aux graminées qui répondent de façon différente au conditionnement, tant en ce qui concerne la digestibilité que l'acceptabilité.

FOURRAGES COMPRIMÉS

Les digestibilités de la Fétuque et de la Luzerne déshydratées, comprimées dans une presse à piston, que nous avons mesurées en 1966, sont identiques à celles des fourrages hachés correspondants (tableau VI). La presse à piston a respecté, beaucoup mieux que la presse à compacter, la structure des fourrages : 70 % de particules de taille supérieure à 1,25 mm pour la Fétuque, 56 % pour la Luzerne. La Luzerne comprimée a été aussi bien ingé-

TABLEAU V
INFLUENCE DU CONDITIONNEMENT SUR LA DIGESTIBILITE ET L'ACCEPTABILITE
DES GRAMINEES DESHYDRATEES (1967)

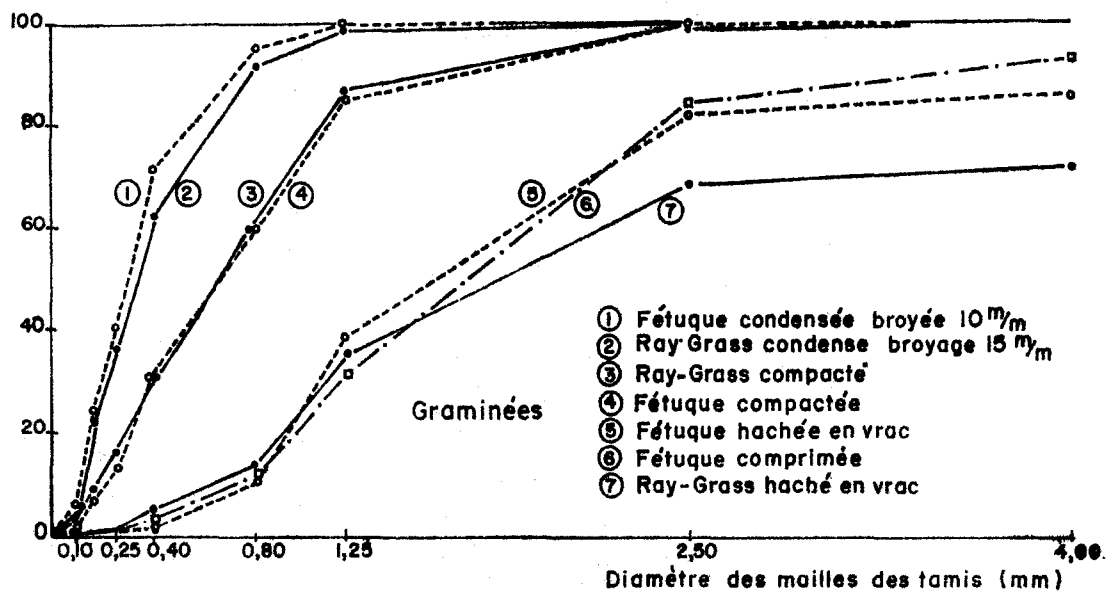
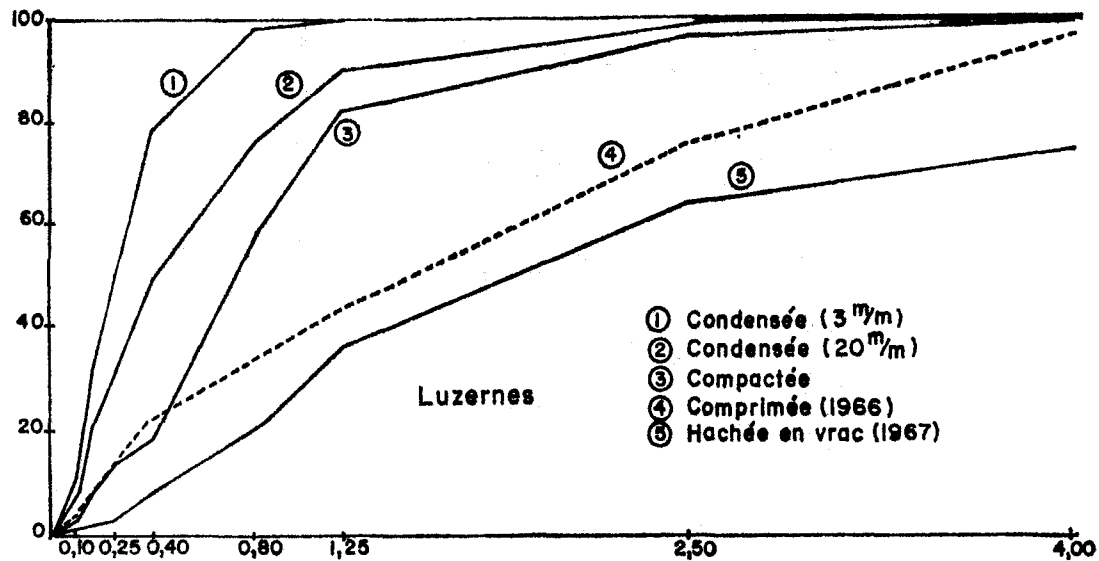
Nature du Fourrage	Forme de présentation	Diamètre de la grille du broyeur mm	% de particules supérieures	Mode de distribution	Dig. M.O	Matière sèche ingérée g/kg P.0,75	Comportement alimentaire de l'animal				
							Durée en % du temps total			Durée/kg M.S. ingérée	
							Ingestion	Rumination	Repos	Ingestion	Rumination
Fétuque élevée déshydratée (2 ^e cycle)	hachée		61,6	<i>Ad libitum</i>	61,5	55,3	15,5	40,0	44,4	2 h 43	6 h 56
	compactée		15,0	<i>Ad libitum</i>	54,1	65,1	9,6	41,4	48,9	1 h 30	6 h 22
	condensée	10	0,5	<i>Ad libitum</i>	51,4	79,8	14,0	28,8	57,2	1 h 53	3 h 55
	condensée	10	0,5	Limitée	60,6	49,8	2,3	18,8	78,9	0 h 24	3 h 21
Ray-grass italien déshydraté (2 ^e cycle)	hachée		65,0	<i>Ad libitum</i>	64,6	52,6	16,4	38,9	44,6	3 h 03	7 h 13
	compactée		21,7	<i>Ad libitum</i>	57,9	74,1	9,4	30,5	60,0	1 h 12	3 h 54
	condensée	15	1,0	<i>Ad libitum</i>	53,7	84,6	16,9	28,0	55,0	2 h 16	3 h 28
	condensée	15	1,0	Limitée	61,0	50,8	2,2	19,4	78,4	0 h 24	3 h 29

TABLEAU VI
DIGESTIBILITE ET ACCEPTABILITE COMPAREES DES FOURRAGES HACHES ET DES FOURRAGES COMPRIMES (1966)

Nature du fourrage	Forme de présentation	Pourcentage de particules de taille supérieure à 1,25 mm	Mode de distribution	Composition chimique		Dig. M.O.	Teneur en M.A.D. (g)	Matière sèche ingérée g/kg P 0,75
				M.A.T.	C.b.			
Fétuque élevée déshydratée	hachée	69,2	<i>Ad libitum</i>	20,2	29,9	60,1	167	59,5
	comprimée		<i>Ad libitum</i>	20,4	27,7	63,0	140	70,0
Luzerne déshydratée	hachée	56,2	<i>Ad libitum</i>	18,4	28,8	56,7	108	71,8
	comprimée		<i>Ad libitum</i>	17,9	28,6	57,7	102	93,0

FIGURE 2
INFLUENCE DU MODE DE CONDITIONNEMENT
SUR LA GRANULOMETRIE DES LUZERNES ET DES GRAMINEES

Pourcentage cumulé
de particules
(en poids)



rée que si elle avait été condensée ou compactée. En revanche, la graminée comprimée a été ingérée en quantité plus faible que si elle avait été condensée, mais du même ordre que si elle avait été compactée.

Des résultats obtenus à ce jour, on peut conclure provisoirement que la digestibilité d'un fourrage conditionné sera identique à celle du fourrage long ou haché correspondant, si le fourrage conditionné contient 50 % de particules de taille supérieure à 1,25 mm. Il est cependant possible que l'on puisse descendre au-dessous de 50 % mais nous ignorons encore de combien. Un tel conditionnement semble très intéressant à rechercher pour les Luzernes, d'une part parce que l'on est à peu près assuré qu'il supprimera tous les ennuis digestifs, et d'autre part parce que les quantités ingérées resteront très élevées. Mais ce conditionnement est-il vraiment à rechercher pour les graminées ? On a vu en effet que les graminées compactées ou comprimées étaient ingérées en plus faible quantité que les graminées condensées. Or il est bien évident qu'en matière de conditionnement on peut tolérer une diminution faible de la digestibilité, si elle ne s'accompagne pas de troubles digestifs importants ou d'une diminution du taux butyreux du lait. Un conditionnement provoquant une diminution faible de la digestibilité sera même à rechercher, s'il est le seul qui permette une augmentation importante des quantités ingérées, et que l'on désire cette augmentation importante des quantités ingérées. Nous verrons en effet que la distribution *ad libitum* en libre service de graminées déshydratées condensées à des vaches laitières risquera très souvent de provoquer une suralimentation énergétique d'un très grand nombre d'animaux.

C. DEMARQUILLY,

*Station de Recherches
sur l'Élevage des ruminants (I.N.R.A.),
Centre de Recherches Zootechniques et Vétérinaires
sur les ruminants,
63 - Theix, par Saint-Genès-Champagnelle.*