

## INFLUENCE DE LA MACHINE DE RÉCOLTE ET DE LA FINESSE DE HACHAGE SUR LA VALEUR ALIMENTAIRE DES ENSILAGES

J.-P. DULPHY et C. DEMARQUILLY

avec la collaboration technique de J.-M. BOISSEAU, H. BOUSQUET,  
Jacqueline JAMOT, Marie JAILLER et L. L'HOTELIER

*Station de Recherches sur l'Élevage des Ruminants,  
Centre de Recherches de Clermont Ferrand, I. N. R. A.,  
Theix, Saint Genès Champanelle, 63110 Beaumont*

---

### RÉSUMÉ

En 1970 et 1971, nous avons comparé les caractéristiques fermentaires, la digestibilité et l'ingestibilité de 34 ensilages préparés à partir des mêmes plantes sur pied mais récoltées, soit avec une machine à fléaux (brins longs de 10 à 25 cm de long), soit avec une machine à plateau hacheur (brins moyens de 5 à 15 cm de long) soit avec une machine à tambour hacheur (brins courts de 0,5 à 1,5 cm de long). Seize comparaisons ont été effectuées en silos de 4 m<sup>3</sup>, une en silos de 100 m<sup>3</sup> (tabl. 1).

La digestibilité et l'ingestibilité de tous les ensilages ont été mesurées sur des moutons maintenus en cage à métabolisme durant l'hiver qui a suivi leur récolte. En outre 6 des ensilages à brins longs et 5 des ensilages à brins moyens ont aussi été étudiés après avoir été hachés finement à la sortie du silo, avant d'être distribués aux animaux.

La qualité de la conservation a été bien meilleure pour les ensilages à brins courts que pour ceux à brins moyens et surtout que pour ceux à brins longs ; le pH, le pourcentage d'azote dégradé en ammoniac, les teneurs en acide butyrique et en acides gras volatils totaux ont été plus faibles et la teneur en acide lactique plus élevée (tabl. 2). L'influence de la machine de récolte, très nette en l'absence de conservateur, l'est moins en sa présence, les différences étant beaucoup plus faibles quoique souvent encore significatives.

La machine de récolte n'a pas eu d'influence significative sur les coefficients de digestibilité de la matière organique, des matières azotées et de la cellulose brute (tabl. 3). La diminution de digestibilité de la matière organique, entraînée par la conservation, a d'ailleurs été très faible respectivement de 1,1, 1,1 et 0,1 points pour les ensilages à brins courts, moyens et longs.

Les ensilages à brins courts ont été ingérés en plus grande quantité que ceux à brins moyens (en moyenne 49,9 contre 44,6 g de matière sèche/kg P<sup>0,70</sup> soit une augmentation de 11,9 p. 100) et surtout que les ensilages à brins longs (en moyenne 54,4 g contre 37,8 g soit une augmentation de 43,9 p. 100). Ces différences, hautement significatives ( $P < 0,01$ ), sont pratiquement indépendantes de l'emploi ou non d'un conservateur mais elles sont beaucoup plus importantes avec les graminées qu'avec les légumineuses (tabl. 3). La quantité d'ensilage ingérée, exprimée en p. 100 de l'ingestibilité du fourrage sur pied au moment de la récolte, a été respectivement sans et avec conservateur de : 74,8 et 81,7 p. 100 pour les ensilages à brins courts, 73,3 et 78,5 p. 100 pour les ensilages à brins moyens et 55,9 et 60,2 p. 100 pour les ensilages à brins longs.

Le hachage des ensilages à brins moyens et longs au moment de leur distribution aux animaux

a permis d'augmenter la quantité d'ensilage ingérée : en moyenne de 11,2 p. 100 (de 46,2 à 51,4 g de matière sèche/kg P<sup>0,75</sup>) pour les ensilages à brins moyens et de 33,1 p. 100 (de 37,8 à 50,3 g) pour les ensilages à brins longs (tabl. 4). L'augmentation de la quantité ingérée a été d'autant plus importante que la qualité de conservation était bonne. Une fois hachés finement, les ensilages à brins moyens ou longs de bonne qualité ont été aussi bien ingérés que les ensilages hachés finement avant la mise en silo sauf pour les graminées.

A même longueur de brins, la quantité d'ensilage ingérée a varié dans le même sens que la qualité de la conservation (tabl. 5).

La durée d'ingestion des ensilages a été indépendante de la quantité ingérée et la vitesse d'ingestion a dépendu essentiellement de la longueur des brins d'ensilage. Le nombre de repas effectués par jour a augmenté à la fois avec la longueur des brins de l'ensilage distribué aux animaux et avec la qualité de la conservation. Les quantités ingérées lors des 2 repas principaux (ceux qui suivent les 2 distributions journalières de l'ensilage) ont été indépendantes de la machine de récolte et du hachage ou non avant la distribution aux animaux des ensilages à brins moyens ou longs. Elle ont été beaucoup plus faibles qu'avec les fourrages verts. Les différences de quantités ingérées par jour suivant la machine de récolte et le hachage ou non des ensilages à la sortie du silo résultent essentiellement du nombre de petits repas et de la quantité ingérée lors de ces derniers (repas autres que ceux suivant la distribution de l'ensilage) (tabl. 6).

La quantité de matière sèche mise dans les silos a été d'autant plus importante que le fourrage était haché plus finement. Les pertes de matière sèche lors de la conservation ont de même été d'autant plus faibles que les fourrages étaient hachés plus finement, sauf pour les fourrages très riches en eau (trèfle violet).

La machine de récolte est donc un élément très important à prendre en considération pour la réussite de l'ensilage, notamment quand on désire obtenir des ensilages ingérés en grande quantité. L'emploi d'une machine à coupe fine et d'un conservateur permet d'obtenir des ensilages aussi bien ingérés que les foin. Les résultats sont discutés, notamment en ce qui concerne le mécanisme éventuel de la régulation de la quantité d'ensilage ingérée.

---

## INTRODUCTION

La conservation par ensilage dépend peu des conditions météorologiques : elle permet donc de récolter les fourrages à leur stade optimum et d'intensifier la production fourragère de printemps par l'emploi des engrais azotés notamment. Malgré ces avantages, l'ensilage d'herbe s'est peu développé en France, en partie parce que le niveau d'ingestion enregistré dans la pratique avec les régimes hivernaux à base d'ensilage d'herbe est souvent faible. Les premiers essais effectués en 1970 (DULPHY et DEMARQUILLY, 1972) nous avaient montré qu'une machine de récolte hachant finement le fourrage vert permettrait, par comparaison à la machine à fléaux qui le hache très grossièrement, d'améliorer la qualité de conservation des ensilages et surtout leur ingestibilité. Nous avons repris ces essais en 1971 mais en comparant cette fois les 3 types de machines de récolte les plus couramment utilisés actuellement : la machine à fléaux qui hache en brins longs, la machine à plateau hacheur qui hache en brins moyens et la machine à tambour qui hache en brins courts. Pour faire la part, dans l'augmentation des quantités ingérées, de ce qui est dû à l'amélioration de la qualité de la conservation et à la finesse de hachage proprement dite, les ensilages récoltés avec les machines à plateau hacheur et à fléaux ont aussi été étudiés après avoir été hachés finement à la sortie du silo, juste avant leur distribution aux animaux. Ces études peuvent avoir des implications économiques puisque le coût des machines utilisées augmente avec la finesse de hachage qu'elles permettent.

Les résultats présentés ici regroupent les comparaisons faites en 1970 et 1971.

## MATÉRIEL, ET MÉTHODES

*Ensilages étudiés*

A partir de 8 fourrages sur pied : deux fétuques élevées *Lutine*, deux fétuques élevées *Ludion* et un trèfle violet à Theix, une herbe de prairie naturelle au Pin-au-Haras (Normandie), une luzerne à Montoldre (Allier) et une fléole à Orcival (Puy-de-Dôme), nous avons fabriqué 34 ensilages, dont 32 en silos-tours de 4 m<sup>3</sup> en bois gainé de plastique ou en butyl et 2 en silos-couloirs bétonnés de 100 m<sup>3</sup>. Les conditions de récolte et de conservation des ensilages étudiés sont rapportées dans le tableau 1. La digestibilité et l'ingestibilité chez le mouton des fourrages sur pied ont été mesurées sauf pour la fétuque *Ludion* en 1970 et la fléole. Les machines comparées ont été les suivantes :

- une machine à tambour hacheur (type New Holland) réglée pour hacher très finement (brins courts de 0,5 à 1,5 cm) ;
- une ensileuse à fléaux (type Kühn à Theix et à Orcival, type Ernterotor au Pin) lacérant le fourrage en brins longs de 10 à 25 cm,
- une ensileuse à plateau hacheur (type Koela au Pin pour l'ensilage préfané, type Scampolo à Theix) hachant le fourrage en brins moyens de 5 à 15 cm.

Le fourrage a été ensilé, soit immédiatement après la coupe sans ou avec addition d'acide formique (1,5 litre d'acide à 80 p. 100 par tonne en 1970 et 3,5 l en 1971) ou de kofasil (6 à 7 kg par tonne), soit après un préfanage amenant le fourrage entre 30 et 40 p. 100 de matière sèche. Il a été tassé dans le silo au fur et à mesure du remplissage et, dès la fin de celui-ci, a été couvert d'un film de plastique et chargé de pierres (petits silos bois). Pour les silos butyl, l'enveloppe était simplement refermée (silos hermétiques). Les grands silos (100 m<sup>3</sup> environ) ont été tassés avec un tracteur, recouverts d'un film de plastique et chargés de bottes de paille.

En outre, tous les ensilages récoltés en 1971 avec les machines à fléaux ou plateau hacheur ont été étudiés tels quels puis après avoir été hachés au hache-paille à la sortie du silo. La longueur des brins à la sortie du hache-paille était d'environ 1,5 à 2 cm.

*Mesures*

Nous avons mesuré sur des lots de 6 béliers castrés adultes de race *Texel*, la digestibilité et l'ingestibilité de ces ensilages durant les hivers qui ont suivi leur récolte. Les animaux recevaient 2 repas par jour à volonté, à 8 h et à 17 h, les refus (environ 10 p. 100) étant enlevés avant la distribution du repas de 8 heures. Chaque période de mesure était de 6 jours et était précédée d'une période préexpérimentale de 8 à 15 jours.

Les manifestations du comportement alimentaire et mérycique ont été enregistrées sur 4 moutons pendant 5 jours (en même temps que la mesure de la digestibilité et de l'ingestibilité) selon la méthode de RUCKEBUSCH (1963). Les quantités ingérées lors des repas suivant les distributions de fourrage (grands repas) ont été mesurées en 1971, en pesant les quantités offertes et refusées correspondant à ces repas. En 1970, elles ont été estimées en divisant la durée de ces grands repas par la durée unitaire d'ingestion (temps mis pour ingérer 1 g de matière sèche par kg de poids métabolique) déterminée sur 24 heures.

*Analyses*

Les échantillons déshydratés à 80°C pendant 24 heures et représentatifs des fourrages verts mis en silos, des fourrages offerts aux animaux, des refus et des fèces correspondant à chaque période de mesure de la digestibilité ont été analysés pour déterminer leur teneur en cendres, en matières azotées (N × 6,25) et en cellulose brute Weende.

Sur des échantillons frais prélevés au début et à la fin de chaque période de mesure de la digestibilité, nous avons déterminé la teneur en ammoniac (CONWAY, 1957), en acide lactique (BARKER et SUMMERSON, 1941) et en acides gras volatils par chromatographie en phase gazeuse (RIGAUD et JOURNET, 1970). La teneur en acides gras volatils des ensilages du Pin a cependant été déterminée par la méthode de LEPPER et sur un seul échantillon prélevé au milieu de chaque période de mesure.

TABLEAU I

Conditions de récolte et de conservation des ensilages étudiés

Lieu	Nature du fourrage	Valeur alimentaire du fourrage vert		Mode d'ensilage	Quantité de conservateur employée (kg ou l/tonne)	Type de machine	Type de silo
		Digestibilité de la MO	MS ingérée g/kg P <sup>0,75</sup>				
Theix (1970)	Fétuque élevée <i>Ludion</i> (1 <sup>er</sup> cycle à l'épiaison)	Non mesurée	Non mesurée	Direct + acide formique	2,6	Fléaux	Bois Butyl
					2,2		
	Fétuque élevée <i>Lutine</i> (1 <sup>er</sup> cycle à l'épiaison)	66,1	58,0	Direct sans conservateur	1,9	Tambour hacheur	Bois Butyl
					2,0		
Le Pin-aux-Haras (1970)	Herbe de prairie naturelle (1 <sup>er</sup> cycle)	71,9	68,3	Direct sans conservateur		Fléaux Tambour hacheur	Butyl Butyl
				Préfané		Plateau hacheur Tambour hacheur	Butyl Butyl
Orcival (1970)	Fléole (2 <sup>e</sup> cycle)	Non mesurée	Non mesurée	Direct + acide formique	1,5 1,5	Fléaux Tambour hacheur	Couloir Couloir
Theix (1971)	Fétuque élevée <i>Lutine</i> (1 <sup>er</sup> cycle début épiaison)	67,4	54,6	Direct + acide formique	3,0	Tambour hacheur	Bois Butyl
					3,8		
	Fétuque <i>Ludion</i> (1 <sup>er</sup> cycle)	69,7	56,7	Direct sans conservateur	3,3	Plateau hacheur	Bois Butyl
					3,8		
Theix (1971)	Trèfle violet (1 <sup>er</sup> cycle début épiaison)	67,9	67,4	Direct + acide formique	3,4	Tambour hacheur Plateau hacheur Fléaux	Butyl Butyl
					4,0		
				Direct + Kofasil	4,0	Tambour hacheur Plateau hacheur Fléaux	Butyl Butyl
					6,8		
Montoldre (1971)	Luzerne (1 <sup>er</sup> cycle floraison)	58,3	76,4	Direct + Kofasil	5,9	Tambour hacheur Fléaux	Butyl Butyl
					7,7		
				Direct + acide formique	3,5	Tambour hacheur Fléaux	Butyl Butyl
					4,6		
				Préfané		Tambour hacheur Fléaux	Butyl Butyl

La teneur en matière sèche des ensilages ayant été déterminée à l'étuve, ce qui entraîne une sous-estimation due aux pertes de matières volatiles, nous l'avons corrigée suivant la méthode proposée par FATIANOFF et GOUET (1969) : MS corrigée = MS non corrigée  $\times$  Y avec

$$Y = 1,00 + 0,007 x$$

où  $x$  est la quantité d'acides gras volatils et d'ammoniac, dosée sur l'ensilage frais et exprimée en p. 100 de la matière sèche non corrigée. Nous avons dans cette formule adopté un coefficient de correction de 0,0114 au lieu de 0,007. Ce coefficient a été établi à partir de la comparaison des teneurs en matière sèche déterminées par séchage à l'étuve ventilée réglée à 80°C et par distillation au toluène (DEWAR et MCDONALD, 1961) de 56 ensilages de graminées et de trèfle violet (cf. DEMARQUILLY, 1973).

## RÉSULTATS

### *Composition chimique*

La teneur en cendres des ensilages récoltés avec la machine à fléaux a été significativement supérieure à celle des ensilages récoltés avec la machine à tambour hacheur (11,66 contre 10,01 p. 100 ;  $P < 0,05$ ), ce qui indique une contamination plus importante du fourrage avec de la terre lors de la récolte. En revanche, les teneurs en cendres des ensilages récoltés avec la machine à plateau hacheur ou à tambour hacheur ont été comparables et non significativement différentes entre elles (tabl. 2).

Les teneurs en matières azotées et en cellulose brute des ensilages n'ont pas été significativement différentes suivant la machine de récolte. Les ensilages hachés finement ont cependant tendance à avoir une teneur en matières azotées plus élevée et une teneur en cellulose brute plus faible que les autres ensilages, notamment que les ensilages récoltés à la machine à fléaux et cela surtout en l'absence de conservateur (tabl. 2). Cela doit indiquer des pertes en cours de conservation moins importantes pour les fourrages finement hachés. Les comparaisons prêtent cependant à critique puisque les fourrages récoltés avec les différentes machines sur les mêmes parcelles ont parfois eu une composition chimique un peu différente lors de la mise en silo, par suite de l'hétérogénéité des parcelles ou d'une hauteur de coupe un peu différente. Aussi avons-nous reporté dans le tableau 2, les modifications des teneurs en matières azotées et en cellulose brute entraînées par l'ensilage pour les ensilages dont la composition chimique à la mise en silc avait été déterminée. En raisonnant sur ces modifications on arrive cependant aux mêmes conclusions.

### *Caractéristiques fermentaires*

Le pH des ensilages à brins longs (fléaux) a été significativement ( $P < 0,05$ ) supérieur (en moyenne 4,56 contre 4,10 pour  $n = 12$ ) à celui des ensilages à brins courts. Les différences ont cependant été beaucoup plus importantes en l'absence de conservateur (5,12 contre 4,15) qu'en présence de conservateur (4,28 contre 4,08) (tabl. 2). De même, le pH des ensilages à brins moyens (plateau hacheur) a été significativement supérieur (en moyenne 4,35 contre 4,02 pour  $n = 6$  ;  $P < 0,05$ ) à celui des ensilages à brins courts (tambour hacheur), mais les différences ont été plus faibles et ne résultent que des 2 comparaisons effectuées en l'absence de conservateur (4,95 contre 4,10).

TABLEAU 2  
Composition chimique et caractéristiques fermentaires des ensilages étudiés

	Nombre de comparaisons	Teneur en matière sèche	Cendres	Matières azotées	Cellulose brute	pH	Acides organiques (p. 100 de la MS)				N-NH <sub>3</sub> p. 100 N total
							Lactique	Acétique	Butyrique	A.G.V. mM/kg de MS	
Comparaison Tambour hacheur/ Fléaux	4	24,3	10,2	12,7 (-1,2 n = 3) <sup>(1)</sup>	31,4 (+ 0,5 n = 3)	4,15	2,16	0,20	397	17,2	
	4	25,1	11,6NS	12,5NS (-2,5 n = 3)	35,6NS (+ 5,2 n = 3)	5,12*	1,90NS	3,80	825*	24,5NS	
	8	22,7	9,9	14,2 (-1,3 n = 6)	29,8 (+ 3,1 n = 6)	4,08	1,93	0,31	374	7,7	
	8	20,9	11,7*	13,8NS (-1,8 n = 6)	31,9NS (+ 1,8 n = 6)	4,28*	2,17*	1,75*	574*	13,9*	
Comparaison Tambour hacheur/ Fléaux	12	23,2	10,0	13,8 (-1,3 n = 9)	31,3 (+ 2,2 n = 9)	4,10	2,01	0,27	382	10,9	
	12	22,3	11,7*	13,4NS (-1,8 n = 9)	32,4NS (+ 3,2 n = 9)	4,56*	2,08NS	2,43	658*	17,4*	
	2	26,0	10,5	11,4 (+ 0,2 n = 1)	31,3 (+ 1,5 n = 1)	4,10	1,52	0,29	288	9,8	
	2	24,6	12,1	12,7NS (+ 1,5 n = 1)	33,0NS (+ 3,3 n = 1)	4,95*	2,08NS	3,32*	857*	26,1*	
Comparaison Tambour hacheur/ Plateau hacheur	4	18,7	11,1	14,8 (+ 0,1 n = 4)	28,6 (+ 2,0 n = 4)	3,95	1,91	0,07	330	6,5	
	4	19,5	10,7	14,1NS (+ 0,1 n = 4)	28,8NS (+ 1,4 n = 4)	4,02NS	1,97NS	0,10*	351NS	8,6	
	6	21,2	10,9	13,7 (+ 0,1 n = 5)	29,5 (+ 1,9 n = 5)	4,02	1,78	0,14	316	7,6	
	6	21,2	11,2	13,6NS (+ 0,3 n = 5)	30,3NS (+ 2,8 n = 5)	4,35*	2,01NS	1,17*	520*	14,4*	

<sup>(1)</sup> Les chiffres entre parenthèses sont les modifications par rapport au fourrage vert mis dans le silo.

NS : Différence non significative.

\* : Différence significative à P = 0,05.

La teneur en acide lactique des ensilages à brins courts a été en moyenne significativement supérieure à celle des ensilages à brins longs (6,04 contre 4,22 p. 100) ou moyens (7,99 contre 5,53 p. 100). Dans les 2 cas, ces différences résultent des ensilages effectués sans conservateur bien qu'on observe la même tendance, mais très atténuée et non significative, en présence de conservateur (tabl. 2).

En moyenne la teneur en acides gras volatils totaux des ensilages à brins courts a été significativement inférieure à celle des ensilages à brins longs (382 contre 658 mmoles/kg de matière sèche) ou moyens (316 contre 520 mmoles), les différences étant cependant beaucoup plus importantes en l'absence qu'en présence de conservateur. Ces différences portent surtout sur les teneurs en acide butyrique ou propionique mais très peu sur les teneurs en acide acétique.

La proportion d'azote dégradé en ammoniac a été significativement plus faible ( $P < 0,05$ ) dans les ensilages à brins courts que dans ceux à brins longs (10,9 contre 17,4 p. 100) ou moyens (7,6 contre 14,4 p. 100) (tabl. 2).

En définitive, quel que soit le critère de conservation considéré, on constate que la qualité de conservation a été bien meilleure pour les ensilages hachés finement que pour ceux hachés en brins moyens et surtout que pour ceux simplement lacérés par la machine à fléaux. Cette influence de la machine de récolte est très nette en l'absence de conservateur ; elle subsiste encore en présence de conservateur mais les différences sont alors beaucoup plus faibles quoique souvent encore significatives.

#### *Digestibilité*

Bien que la machine de récolte ait eu une influence nette sur la qualité de la conservation, elle n'en a eu aucune sur les coefficients de digestibilité de la matière organique, des matières azotées et de la cellulose brute des ensilages et cela en présence ou en absence de conservateur (tabl. 3).

D'ailleurs, exception faite de 4 ensilages correspondant aux 2 comparaisons entre machine à tambour et machine à plateau effectuées en l'absence de conservateur et qui étaient de très mauvaise qualité, la diminution de digestibilité de la matière organique entraînée par la conservation a été très faible : en moyenne respectivement de 1,1, 1,1 et 0,1 point pour les ensilages à brins courts, moyens et longs. Il convient cependant de remarquer que la digestibilité des ensilages à brins longs a été, par comparaison aux autres ensilages, un peu surestimée par suite de leur niveau d'ingestion faible. En effet, le fait de les hacher au moment de la distribution aux animaux et par là d'augmenter leur ingestion (cf. plus loin), a entraîné une diminution de leur digestibilité de 2,3 points, ce qui n'a pas été le cas pour les ensilages à brins moyens dont le niveau d'ingestion a été beaucoup moins accru par le hachage et qui ont conservé la même digestibilité.

La digestibilité des matières azotées, quant à elle, a eu tendance à diminuer et celle de la cellulose brute à augmenter par comparaison au fourrage vert (tabl. 3).

#### *Ingestibilité*

La machine de récolte a eu une influence très nette et hautement significative sur l'ingestibilité des ensilages (tabl. 3). Les ensilages à brins courts ont été ingérés en plus grande quantité que ceux à brins moyens (en moyenne 49,9 contre

TABLEAU 3

*Digestibilité et ingestibilité des ensilages suivant la machine de récolte*

	Nombre	Digestibilité			Ingestibilité	
		Matière organique	Matières azotées	Cellulose brute	g/kg P <sup>0,75</sup>	% de la quantité ingérée en vert
Sans conservateur	Tambour	65,2 (- 0,4 n = 4) (1)	64,0 (- 3,9 n = 4)	66,9 (+ 5,5 n = 4)	49,3	75,6 (n = 4)
	Fléaux	67,0NS (+ 1,4 n = 4)	65,3NS (- 2,6 n = 4)	67,9NS (+ 6,5 n = 4)	36,4*	55,9* (n = 4)
Avec conservateur	Tambour	65,4 (- 0,2 n = 5)	63,0 (- 3,5 n = 5)	62,7 (+ 2,8 n = 5)	57,0	78,8 (n = 5)
	Fléaux	66,0NS (- 1,0 n = 5)	64,2NS (- 4,0 n = 5)	62,0NS (+ 2,6 n = 5)	38,5*	60,2* (n = 5)
Moyenne	Tambour	65,3 (- 0,3 n = 9)	63,3 (- 3,7 n = 9)	64,4 (+ 4,0 n = 9)	54,4	77,4 (n = 9)
	Fléaux	66,3NS (- 0,4 n = 9)	64,6NS (- 3,4 n = 9)	64,0NS (+ 4,3 n = 9)	37,8*	58,5* (n = 9)
Sans conservateur	Tambour	66,2 (- 4,6 n = 2)	57,4 (- 7,1 n = 2)	69,5 (- 1,7 n = 2)	45,8	73,3 (n = 2)
	Plateau	62,6NS (- 8,2 n = 2)	63,8NS (- 0,7 n = 2)	70,4NS (- 0,8 n = 2)	38,2*	61,2* (n = 2)
Avec conservateur	Tambour	64,7 (- 2,9 n = 4)	64,3 (- 5,0 n = 4)	65,4 (+ 1,0 n = 4)	52,0	85,3 (n = 4)
	Plateau	66,5NS (- 1,4 n = 4)	66,6NS (- 2,7 n = 4)	67,6NS (+ 3,5 n = 4)	47,8*	78,5* (n = 4)
Moyenne	Tambour	65,2 (- 3,5 n = 6)	62,0 (- 5,7 n = 6)	66,6 (+ 0,1 n = 6)	49,9	81,3 (n = 6)
	Plateau	65,2NS (- 3,5 n = 6)	65,7NS (- 2,0 n = 6)	68,5NS (+ 2,4 n = 6)	44,6*	72,7* (n = 6)

(1) Modification par rapport au fourrage vert.



44,6 g/kg P<sup>0,75</sup>, soit une augmentation de 11,9 p. 100) et surtout que les ensilages à brins longs (en moyenne 54,4 g contre 37,8 g/kg P<sup>0,75</sup>, soit une augmentation de 43,9 p. 100). Les différences d'ingestibilité dues à la machine de récolte sont pratiquement indépendantes de l'emploi ou non d'un conservateur, mais elles sont nettement plus importantes avec les graminées, qu'avec les légumineuses. C'est ainsi que l'emploi d'une machine à coupe fine par comparaison à la machine à fléaux a permis d'augmenter de 33,7 à 52,5 g ( $n = 7$ ) l'ingestibilité des ensilages de graminées (augmentation de 55,7 p. 100) et de 43,6 à 56,8 g ( $n = 5$ ) celle des ensilages de légumineuses (augmentation de 30,4 p. 100). L'augmentation pour les légumineuses est donc nettement plus faible mais le niveau d'ingestion était plus élevé au départ. Cette interférence de la famille botanique se retrouve dans la comparaison entre machine à tambour et machine à plateau : augmentation de 16,6 p. 100 pour les graminées et de 3,6 p. 100 pour les légumineuses.

Par suite, les diminutions d'ingestibilité entre la plante sur pied et la plante ensilée entraînées par la conservation sont très différentes suivant le type de machine employé (tabl. 3). La quantité ingérée sous forme d'ensilage, exprimée en p. 100 de la quantité ingérée sous forme de fourrage vert, est en moyenne de 78,9 p. 100 ( $n = 15$ ) pour les ensilages à brins courts, 72,7 p. 100 ( $n = 6$ ) pour les ensilages à brins moyens et 58,3 p. 100 ( $n = 9$ ) pour les ensilages à brins longs. Quelle que soit la machine de récolte, l'emploi d'un conservateur a permis d'augmenter de 5 points environ cette valeur : celle-ci est passée de 74,8 à 81,7 p. 100 pour les ensilages à brins courts, de 73,3 p. 100 à 78,5 p. 100 pour les ensilages à brins moyens et de 55,9 à 60,2 p. 100 pour les ensilages à brins longs. En revanche, la diminution d'ingestibilité entraînée par la conservation a été très comparable avec la même machine de récolte pour les graminées et pour les légumineuses.

#### *Influence du hachage au moment de la distribution*

Six des ensilages à brins longs et 5 des ensilages à brins moyens ont été hachés finement à la sortie du silo avant d'être distribués aux animaux. Ce hachage a entraîné une augmentation importante des quantités ingérées : en moyenne de 33,1 p. 100 (de 37,8 g à 50,3 g) pour les ensilages à brins longs et de 11,2 p. 100 (de 46,2 g à 51,4 g pour les ensilages à brins moyens (tabl. 4). L'augmentation de la quantité ingérée a été d'autant plus importante que la qualité de conservation des ensilages était bonne. C'est ainsi que le hachage lors de la distribution aux animaux n'a pas permis d'augmenter la quantité ingérée (38,4 et 38,3 g respectivement avant et après hachage) pour un des ensilages récolté avec la machine à plateau hacheur et qui était de très mauvaise qualité (pH = 5,3, 34,1 p. 100 d'azote sous forme ammoniacale, respectivement 1,0, 5,2 et 0,4 p. 100 d'acides propionique, butyrique et valériannique). Ce résultat a été confirmé sur un autre ensilage de très mauvaise qualité, non retenu dans cette étude parce qu'il n'avait pas d'homologue haché finement avant la mise en silo.

L'augmentation d'ingestibilité due au hachage à la sortie du silo dépend encore de la famille botanique du fourrage ; elle a été beaucoup plus importante pour les graminées que pour les légumineuses : elle a été respectivement de 49,9 p. 100 et de 28,5 p. 100 pour les ensilages à brins longs, de 15,2 et de 11,9 p. 100 pour les ensilages à brins moyens (tabl. 4). Une fois hachés finement, les ensilages à brins longs

ou moyens de bonne qualité fermentaire ont été aussi bien et même, quelquefois, un peu mieux ingérés que les ensilages hachés finement avant la mise en silo, exception faite des 2 ensilages de graminées récoltées à la machine à fléaux pour lesquels la quantité ingérée après hachage est demeurée encore inférieure de 36,8 p. 100 à celle de ceux hachés finement avant la mise en silo.

TABLEAU 4

*Influence du hachage à la sortie du silo des ensilages à brins moyens ou longs sur la quantité ingérée*

Comparaison avec la quantité ingérée  
quand les ensilages sont hachés finement avant la mise en silo

Type de machine	Famille botanique	Nombre de comparaisons	Quantité ingérée (matière sèche en g/kg P <sup>0,75</sup> )		
			Ensilage à brins moyens ou longs		Ensilages à brins courts (hachage avant la mise en silo)
			Avant hachage	Après hachage	
Fléaux (brins longs)	Graminées	2	26,9	40,4	63,9
	Légumineuses	4	43,0	55,3	56,6
	Total	6	37,8	50,3	59,0
Plateau hacheur (brins moyens)	Graminées	2 (1)	43,0	49,5	48,7
	Légumineuses	2	53,3	59,7	55,3
	Total	5	46,2	51,4	50,3

(1) Nous n'avons pas retenu un des ensilages parce qu'il était de très mauvaise qualité et que le hachage n'en avait pas augmenté la quantité ingérée (voir texte). Il a, en revanche, été retenu dans la moyenne.

#### *Liaisons entre l'ingestibilité et les caractéristiques fermentaires des ensilages*

Les liaisons existantes entre l'ingestibilité des ensilages à brins courts ou hachés à la sortie des silos (c'est-à-dire des ensilages ayant des longueurs de brins comparables) et les caractéristiques fermentaires sont présentées dans le tableau 5.

Les ensilages de graminées ont été ingérés en quantité significativement ( $P < 0,010$  ou  $< 0,05$ ) d'autant plus élevée que le pH, le pourcentage d'azote dégradé en ammoniac, les teneurs en acide butyrique et en acides gras volatils totaux étaient faibles et que la teneur en acide lactique était élevée. En revanche, la teneur en acide acétique n'a pas eu d'influence significative.

Pour les ensilages de luzerne, seuls le pH, le pourcentage d'azote dégradé en ammoniac et la teneur en acide butyrique ont été en liaison significative inverse avec la quantité ingérée.

Quel que soit le critère considéré, la liaison a été plus étroite quand la quantité d'ensilage ingérée a été exprimée en p. 100 de la quantité ingérée en vert, plutôt qu'en g/kg P<sup>0,75</sup>.

TABLEAU 5

*Liaisons entre l'ingestibilité des ensilages hachés finement (avant ou après la mise en silo) et les caractéristiques fermentaires*

	Quantité de MS ingérée exprimée en :	Nbre échantillons	pH	N-NH <sub>3</sub> en p. 100 N total	Acide lactique (g)	Acide acétique (g)	Acide butyrique (g)	Acides gras volatils totaux (mM)
Graminées	% de la quantité ingérée en vert	11	-0,651* -17	-0,762* -0,67	+0,600 ,11 +0,20	NS -0,3	-0,607* -0,34	-0,558 ,11 -0,014
	g/kg P <sup>0,75</sup>	45	-0,619* -12,7	-0,462 ,1 -0,35	+0,459 ,1 +0,12	NS	-0,500 ,1 -0,25	-0,513* -0,011
Légumineuses	% de la quantité ingérée en vert	211	-0,650* -12	-0,609* -2,6	NS	NS	-0,672* -1,84	NS
	g/kg P <sup>0,75</sup>	11	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Total	% de la quantité ingérée en vert	22	-0,640** -14,5	-0,636** -0,64	+0,366 ,1 +0,10	NS	-0,533** -0,35	-0,495* -0,014
	g/kg P <sup>0,75</sup>	26	-0,325 ,10 -6,4	-0,453* -0,42	NS	NS	-0,480** -0,30	-0,467** -0,012

(1) r : coefficient de corrélation.

(2) b : coefficient de régression.

0,10 ; \* ; \*\* ; différence significative à la probabilité 10,5 et 1 p 100.

*Comportement alimentaire et mérycique des animaux*

Le tableau 6 présente les résultats relatifs au comportement alimentaire et mérycique des moutons ayant servi aux mesures de la valeur alimentaire des ensilages étudiés à Theix. Nous y avons ajouté les résultats obtenus pour les fourrages verts correspondants.

Les animaux ont passé moins de temps à ingérer les ensilages à brins longs que les ensilages à brins courts (en moyenne 218 contre 239 mn) notamment ceux de graminées (164 contre 241 mn) mais plus de temps à ingérer les ensilages à brins moyens que les ensilages à brins courts (264 contre 246 mn). Ils ont passé moins de temps à ingérer les ensilages à brins moyens ou longs quand ceux-ci ont été hachés avant de leur être distribués (212 contre 239 mn ;  $n = 9$  ;  $P < 0,05$ ) et cela malgré l'augmentation importante des quantités ingérées. La durée d'ingestion a donc été indépendante de la quantité ingérée.

La durée unitaire d'ingestion (DUI), qui est le nombre de minutes passées à ingérer 1 g de matière sèche par kg  $P^{0,75}$  ( $DUI = mn/g/kg P^{0,75} = \text{inverse de la vitesse d'ingestion}$ ), a été beaucoup plus élevée pour les ensilages à brins moyens et surtout à brins longs que pour ceux à brins courts. La différence est plus importante avec les graminées qu'avec les légumineuses. La durée unitaire d'ingestion a été considérablement abaissée quand les ensilages à brins moyens et longs ont été hachés avant leur distribution aux animaux. Elle est alors devenue comparable à celle observée pour les ensilages hachés finement avant la mise en silo et du même ordre, ou même parfois inférieure, à celle enregistrée avec les fourrages verts correspondants. Le premier facteur agissant sur la vitesse d'ingestion est donc essentiellement la longueur des brins d'ensilage, les caractéristiques fermentaires ne semblant plus intervenir après le hachage.

Les ensilages à brins courts ont été ingérés en un nombre plus élevé de repas (périodes pendant lesquelles l'animal ingère durant plus de 7 mn) que ceux à brins moyens (10,0 contre 9,2 repas) et surtout que ceux à brins longs (10,5 contre 7,0 repas). Le hachage avant la distribution aux animaux des ensilages à brins moyens ou longs a augmenté le nombre de repas (respectivement de 9,2 à 9,6 et de 7,0 à 8,2), mais celui-ci est demeuré cependant encore inférieur au nombre de repas effectués avec des ensilages hachés finement avant la mise en silo. Le nombre de repas effectués par jour semble donc dépendre à la fois de la longueur des brins de l'ensilage distribué aux animaux et de la qualité de conservation de l'ensilage.

La durée des repas faisant suite aux 2 distributions journalières d'ensilage, c'est-à-dire des 2 repas principaux, a été plus longue avec les ensilages à brins longs qu'avec les ensilages à brins courts. En revanche, elle a été identique avec les ensilages à brins moyens et à brins courts. Le hachage de l'ensilage avant la distribution aux animaux a diminué nettement la longueur du repas faisant suite à la distribution.

La durée unitaire d'ingestion durant ces 2 repas a été plus faible que celle mesurée pour 24 heures mais a varié dans le même sens.

Les quantités ingérées lors des 2 repas principaux ont été relativement constantes pour les ensilages correspondant à une plante donnée et indépendantes de la machine de récolte et du hachage ou non avant la distribution aux animaux des

TABLEAU 6

Manifestations du comportement alimentaire et mérycique des animaux recevant les ensilages hachés à la mise en silo ou avant la distribution aux animaux

Types de machines comparés	Famille botanique	Brins	Quantités ingérées (g/kg P <sub>0,75</sub> )	Durée journalière d'ingestion (mn)	Durée unitaire d'ingestion (mn/g/kg P <sub>0,75</sub> )	Nbre de repas/j	Durée des repas suivant les distributions de fourrage	Quantité ingérée/repas principaux	Durée unitaire d'ingestion/repas principaux	Durée journalière de rumination (mn)	Durée unitaire de rumination (mn/g/kg P <sub>0,75</sub> )	
Tambour hacheur/Fléaux	Graminées n = 2	Verts	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		Courts	63,4	231	3,64	10,9	35,3	9,7**	—	557	8,78	
		Longs	26,4	164	6,17	5,0	53,0	8,6**	—	—	10,18	
	Légumineuses n = 4	Hachés*	39,9	154	3,85	6,3	39,3	10,2**	—	—	498	12,54
		Verts	70,8	270	3,87	7,0	81,9	25,1**	—	—	555	7,88
		Courts	54,1	243	4,47	10,3	51,7	16,4	3,04	3,04	509	9,40
Tambour hacheur/Plateau hacheur	Total n = 6	Longs	43,9	245	5,67	7,9	67,5	16,2	4,21	447	10,32	
		Hachés*	52,7	221	4,24	9,2	44,8	13,6	3,24	493	9,54	
		Verts	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Graminées n = 3	Courts	57,2	239	4,19	10,5	46,2	14,2	—	—	525	9,19
		Longs	38,1	218	5,84	7,0	62,6	13,7	—	—	388	10,28
		Hachés*	48,5	198	4,11	8,2	43,0	12,4	—	—	495	10,54
Tambour hacheur/Plateau hacheur	Graminées n = 3	Verts	54,5	279	5,10	5,1	77,6	17,2**	—	524	9,59	
		Courts	49,5	226	4,55	9,8	47,5	12,6	3,77	3,77	569	11,50
		Moyens	40,3	239	4,72	9,1	47,2	10,5	4,47	4,47	521	12,89
	Légumineuses n = 2	Hachés*	46,1	205	4,43	9,3	39,4	39,4	11,8	3,30	551	12,01
		Verts	64,5	289	4,48	6,7	77,6	19,5**	—	—	554	8,56
		Courts	55,3	277	5,00	10,2	72,2	21,5	3,38	3,38	538	9,73
Total n = 5	Moyens	54,1	301	5,56	9,3	73,2	20,9	3,53	3,53	515	9,51	
	Hachés*	61,2	264	4,31	10,0	60,3	18,9	3,20	3,20	551	8,99	
	Verts	58,5	283	4,85	5,7	77,6	18,1**	—	—	536	9,18	
Total n = 5	Courts	51,8	246	4,73	10,0	57,4	16,1	3,61	3,61	557	10,80	
	Moyens	45,8	264	5,79	9,2	57,6	14,7	4,10	4,10	519	11,54	
	Hachés*	53,1	229	4,38	9,6	47,8	14,6	3,26	3,26	551	10,80	

\* Ensilages à brins longs ou moyens hachés finement avant leur distribution aux animaux.

\*\* Ces quantités ingérées sont estimées par défaut car la durée unitaire d'ingestion prise pour les ensilages correspond à celle pour 24 heures et pour les fourrages verts il y avait 3 distributions de fourrages, c'est-à-dire 3 repas principaux par jour.

ensilages à brins moyens ou longs. En revanche, elles ont été variables d'une plante à l'autre (en particulier nettement plus faibles avec les graminées) et bien inférieures aux quantités ingérées sous forme de fourrages verts. Elles ont été par exemple de 13,1 g en moyenne pour les ensilages de luzerne contre 30,8 g pour la luzerne verte correspondante et en moyenne de 10,8 g pour les ensilages de fétuque élevée contre 17,5 g pour les plantes sur pied correspondantes. Les différences de quantités ingérées par jour suivant la machine de récolte ainsi qu'après le hachage à la sortie du silo, résultent donc essentiellement du nombre et de l'importance des repas (petits repas) effectués en dehors de ceux suivant les 2 distributions journalières aux animaux. Plus les brins sont courts, plus le nombre de petits repas est élevé et plus la quantité ingérée lors de chacun d'eux est importante.

La durée journalière de rumination a varié essentiellement dans le même sens que les quantités ingérées. Il en résulte que la durée unitaire de rumination a relativement peu varié avec la machine de récolte ou avec le hachage à la sortie du silo.

#### *Quantités de matière sèche mises en silo et bilans de conservation*

La quantité de matière sèche mise dans les silos (ils ont toujours été remplis au maximum et tassés de la même façon) a été, avec les fourrages hachés en brins courts, plus élevée qu'avec les fourrages hachés en brins moyens (en moyenne respectivement 486 contre 421 kg de matière sèche pour les 5 comparaisons  $P < 0,10$ ) et surtout qu'avec les fourrages à brins longs (en moyenne respectivement 456 contre 379 kg pour les 9 comparaisons  $P < 0,01$ ). Les fourrages hachés finement se sont donc tassés beaucoup plus, ce qui a dû entraîner une anaérobiose plus rapide et meilleure.

Les pertes de matière sèche en cours de conservation sont quasiment indépendantes de la machine de récolte employée quand on considère l'ensemble des ensilages mais cela est dû essentiellement aux 6 ensilages de trèfle violet (2 avec chacune des 3 machines).

Si l'on excepte ces 6 ensilages, il apparaît une influence de la machine de récolte sur les pertes, influence cependant non significative : perte moyenne de 10,2 contre 6,1 p. 100 pour les 3 fourrages récoltés respectivement avec les machines à plateau ou à tambour hacheur et de 9,2 contre 6,9 p. 100 pour les 7 fourrages récoltés respectivement avec les machines à fléaux ou à tambour hacheur.

Pour les ensilages de trèfle au contraire, les pertes ont été d'autant plus importantes que le hachage était fin (respectivement en moyenne 7,1, 11,2 et 18,1 p. 100 avec les machines à fléaux, à plateau et à tambour hacheur) vraisemblablement parce qu'avec ces fourrages très riches en eau, les pertes sous forme de jus ont augmenté avec la finesse de hachage. Les différences ont d'ailleurs dû être amplifiées par celles des teneurs en matière sèche lors de la mise en silo, les conditions climatiques ayant évolué rapidement durant la récolte : en effet, la teneur en matière sèche du fourrage lors de la mise en silo a été respectivement de 13,2, 14,4 et 16,8 p. 100 pour le trèfle haché en brins courts, moyens ou longs.

Il n'est pas possible de mettre en évidence l'influence de l'addition ou non d'un conservateur puisque ce ne sont pas les mêmes fourrages sur pied qui ont été ensilés avec ou sans conservateur. Cela est, en revanche, possible pour le type de silo ; indépendamment de la machine de récolte employée, les pertes ont été en moyenne plus

élevées dans les silos en bois (silos étanches) que dans les silos en butyl (silos hermétiques) respectivement 12,5 et 8,0 p. 100 pour  $n = 6$  (quoique non significatif à  $P = 0,05$ ).

## DISCUSSION

Les résultats obtenus montrent clairement que la machine de récolte est un élément très important à prendre en considération pour la réussite de l'ensilage, notamment quand on désire obtenir des ensilages ingérés en grande quantité.

1. Plus un fourrage est haché finement avant la mise en silo plus il se tasse facilement (nous avons constaté que la quantité de matière sèche mise dans nos silos expérimentaux augmentait très notablement avec la finesse de hachage) et plus l'anaérobiose est rapide. En outre, un fourrage haché finement libère beaucoup plus facilement et rapidement ses sucs cellulaires, qui constituent le milieu nutritif des microorganismes. Il en résulte un démarrage plus rapide de la fermentation lactique qui, en abaissant le pH, inhibe la fermentation butyrique. Les ensilages hachés finement sont donc plus riches en acide lactique, ont des pH plus faibles et des teneurs moins élevées en acide butyrique et en ammoniac que les ensilages à brins moyens ou longs. Les pertes au cours de la conservation sont aussi moins importantes sauf pour les fourrages très riches en eau. Ces résultats sont en accord avec ceux des divers auteurs ayant étudié l'influence du conditionnement du fourrage sur la qualité de conservation des ensilages (De MAN, 1952 ; MARTIN et BUYSSÉ, 1953 ; BALCH *et al.*, 1955 ; MURDOCH *et al.*, 1955 ; GORDON *et al.*, 1958 ; BUYSSÉ, 1961 ; MURDOCH, 1965). En outre les machines à fléaux contaminent très souvent le fourrage lors de la récolte avec de la terre, source très importante de spores butyriques, ce qui rend plus difficile encore une bonne conservation. Certes, l'emploi d'un conservateur efficace (acide formique, kofasil...) permet de réduire considérablement les différences de qualité de conservation induites par la machine de récolte mais ne les supprime pas totalement quand la longueur des brins est importante. Il faudrait augmenter la dose de conservateur employé pour des fourrages hachés en brins longs. C'est d'ailleurs ce que nous avons fait involontairement puisque le conservateur était mis manuellement couche par couche lors du remplissage du silo et les fourrages hachés grossièrement se tassant moins, la quantité de conservateur employée a presque toujours été supérieure (cf. tabl. 1).

2. La machine de récolte et par là, la qualité de la conservation, n'ont pas eu d'influence sur les coefficients de digestibilité de la matière organique, des matières azotées et de la cellulose brute. Certes les différences de digestibilité éventuellement entraînées par la qualité de la conservation ont pu être masquées en partie par celles des niveaux d'ingestion. C'est ainsi que la digestibilité de la matière organique des ensilages à brins longs a diminué après hachage parce que leur niveau d'ingestion avait augmenté. Quoi qu'il en soit, l'influence de la qualité de la conservation sur le coefficient de digestibilité doit être faible. Elle ne devient notable que si la qualité est très mauvaise, ce qui n'a été le cas que pour les 4 ensilages de la comparaison entre la machine à tambour et la machine à plateau hacheur. Ce sont d'ailleurs les seuls ensilages pour lesquels nous notons une diminution notable de la digestibilité de

la matière organique entre la plante sur pied et la plante ensilée. Cette diminution importante résulte d'ailleurs essentiellement des 2 ensilages préfanés rentrant dans cette comparaison et il est difficile de savoir si elle a eu lieu durant le préfanage ou pendant la conservation.

Étant moins riches en ammoniac, les ensilages hachés finement doivent avoir eu une valeur azotée supérieure mais il nous aurait fallu, pour la mettre en évidence, effectuer des bilans azotés sur des animaux en croissance ou en production.

3. L'influence de la machine de récolte est surtout spectaculaire sur la quantité ingérée. L'emploi de la machine à tambour hacheur a permis d'augmenter l'ingestibilité des ensilages : exprimée en p. 100 de l'ingestibilité du fourrage vert correspondant, elle est passée de 48,5 avec la machine à fléaux à 77,4 p. 100 et de 72,7 pour la machine à plateau hacheur à 81,3 p. 100. L'ingestibilité des ensilages récoltés avec la machine à tambour hacheur (exprimée en p. 100 de celle du fourrage vert) est alors très voisine de celle des foin : 81,5 p. 100 en moyenne pour les 108 foin étudiés par DEMARQUILLY et JARRIGE (1970). L'augmentation d'ingestibilité résulte :

— de l'amélioration de la qualité de la conservation. C'est ainsi que le hachage au moment de la distribution aux animaux n'a pas augmenté la quantité ingérée de l'ensilage à brins moyens de très mauvaise qualité. De même, les différences d'ingestibilité entre ensilages ayant des longueurs de brins comparables ont été expliquées en partie par celles de leurs caractéristiques fermentaires (tabl. 5) et l'addition d'un conservateur a permis, quelle que soit la machine de récolte, d'augmenter l'ingestibilité des ensilages de 5 points environ par suite de l'amélioration de leur qualité ;

— essentiellement des différences dans la finesse de coupe de l'ensilage offert aux animaux comme le montre très bien la comparaison des quantités ingérées d'ensilages à brins moyens ou longs distribués tels quels ou après hachage : le hachage de ces ensilages a permis d'augmenter leur ingestibilité, exprimée en p. 100 de l'ingestibilité des fourrages verts correspondants, de 9 et 15 points respectivement. MURDOCH (1965) avait déjà constaté un phénomène comparable sur des vaches laitières.

L'étude du comportement alimentaire des animaux nous montre en outre que le hachage augmente les quantités d'ensilages ingérées en augmentant le nombre de petits repas et la quantité ingérée lors de ces petits repas. En revanche, les quantités ingérées lors des 2 repas principaux sont faibles et peu variables pour les ensilages correspondant à une même plante. Les animaux recevant des ensilages sont donc rapidement rassasiés. Ce rassasiement rapide n'est certainement pas dû aux produits préformés apportés par l'ensilage puisque les animaux se sont arrêtés de manger après en avoir ingéré des quantités très variables : c'est ainsi que les quantités d'acides lactique, acétique et butyrique ingérées lors du repas principal ont pu varier suivant les ensilages ou les formes de présentation, respectivement de 1,0 à 39,2 g ; de 2,5 à 11,6 g et de 0 à 12,1 g pour un mouton ramené au poids de 60 kg. De même, les quantités ingérées par jour ont varié suivant les ensilages de 4,1 à 140,0 g pour l'acide lactique, de 4,7 à 57,3 g pour l'acide acétique, de 0 à 89,3 g pour l'acide butyrique, de 10,8 à 98,1 g pour la somme des acides gras volatils et de 1,3 à 6,4 g pour l'ammoniac. Il est donc vraisemblable que ce rassasiement soit provoqué par un encombrement rapide du rumen au niveau du cardia. En effet, on peut supposer que les bols alimentaires d'ensilages s'accumulent à proximité du cardia soit à cause de



leur texture particulière ou de celle du contenu du rumen (CAMPLING, 1966) soit par suite d'une inhibition ou d'un ralentissement des mouvements du rumen provoqué par l'arrivée dans celui-ci des acides gras volatils apportés par l'ensilage. Il suffirait d'après ASH (1956) d'introduire peu (0,1 ou 0,2 moles) d'acétate, de propionate ou de butyrate dans le rumen de mouton pour entraîner une inhibition complète des contractions du rumen et du réseau, soit immédiatement soit dans les 3 minutes qui suivent. BAILE et PFANDER (1966) ont retrouvé cette inhibition après injection d'acide acétique. Si elle était vérifiée, cette hypothèse permettrait d'expliquer le nombre de repas plus élevé, observé avec les ensilages hachés et par là, l'augmentation de la quantité ingérée. En effet, la dispersion des bols alimentaires et leur homogénéisation au contenu du rumen doivent être d'autant plus rapides que les ensilages ont des brins courts. La qualité de la conservation joue cependant un rôle, quoique réduit, sur le nombre de repas, mais il est difficile de savoir par quel intermédiaire. En effet, l'injection intra-ruminale d'acide acétique ne modifie pas le nombre de repas (BAILE et MAYER, 1967).

Tous ces résultats ont été obtenus sur des moutons. Nous vérifierons prochainement si les bovins sont aussi sensibles que les ovins à la longueur des brins d'ensilage et nous étudierons si les différences d'ingestion, dues à la finesse de coupe, sont tamponnées chez les bovins par la distribution complémentaire d'un aliment concentré. Cela est d'autant plus utile que les machines à coupe très fine ne peuvent être actionnées qu'avec des tracteurs très puissants, tracteurs faisant souvent défaut dans les zones herbagères.

*Reçu pour publication en novembre 1972.*

## SUMMARY

### EFFECT OF TYPE OF FORAGE HARVESTER AND CHOPPING FINENESS ON THE FEEDING VALUE OF SILAGES

In 1970 and 1971, we compared the fermentation characteristics, digestibility and voluntary intake of 34 silages produced with the same original herbage, but harvested with either a flail harvester (10 to 25 cm length material) or a harvester with knives on a plate (5 to 15 cm length material) or a precision-chop forage harvester (0.5 to 1.5 cm length material). Sixteen comparisons were made with small silos (4 cm<sup>3</sup>) and one with large silos (100 m<sup>3</sup>) (table 1).

Digestibility and voluntary intake of all silages were measured on sheep housed in metabolism crates during the winter following harvesting of the herbage. In addition, 6 of the coarsely chopped silages and 5 of the meanly chopped ones were finely chopped after ensiling and then offered to the animals.

The quality of conservation was much better for the finely chopped silages than for the meanly chopped ones and especially better than the coarsely chopped; pH, percentage of nitrogen degraded into ammonia, the contents of butyric acid and total volatile fatty acids were lower, and the lactic acid content higher (table 2). The effect of the type of forage harvester was very marked when no additive was used and less marked in the presence of an additive, since the differences were much smaller, but often still significant.

The type of forage harvester did not significantly affect the digestibility coefficients of the organic matter, nitrogen and crude fiber (table 3). Furthermore, reduction in the digestibility of the organic matter due to the storage was very low, *i. e.*, 1.1, 1.1 and 0.1 points respectively for the finely, meanly and coarsely chopped silages.

The intake of finely chopped silages was higher than that of the meanly chopped ones (on an average 49.9 versus 44.6 g dry matter/kg P<sup>0.75</sup>, *i. e.* an increase of 11.9 p. 100 and, in particular,

higher than that of the coarsely chopped silages (on an average 54.4 versus 37.8, *i. e.* an increase of 43.9 p. 100). These highly significant differences were almost independent of the utilization of an additive or not, but they were much higher with grasses than with legumes (table 3). The silage dry matter intake expressed as a percent of the voluntary intake of the original herbage at harvesting was the following (with and without additive, respectively) : 74.8 and 81.7 p. 100 for finely chopped silages, 73.3 and 78.5 p. 100 for meanly chopped silages and 55.9 and 60.2 p. 100 for coarsely chopped silages.

Chopping of the meanly and coarsely chopped silages when offered to the animals led to an increase of the silage intake : on an average 11.2 p. 100 (from 46.2 to 51.4 g dry matter/kg P<sup>0.75</sup>) for meanly chopped silages and 33.1 p. 100 (from 37.8 to 50.3 g dry matter/kg P<sup>0.75</sup>) for coarsely chopped ones (table 4). The increase of the silage intake was all the higher as the storage quality was good. Meanly and coarsely chopped silages of good quality, when finely chopped after ensiling, were as well ingested as those finely chopped before ensiling, except for grasses.

For the same length material, the silage intake varied in the same way as the quality of conservation (table 5).

The daily time spent eating the silages was independent of the intake level, and the rate of eating mainly depended on the length of the silage particles. The number of meals per day increased both with the particle length of the silage offered to the animals and with the quality of conservation. The amount ingested during the 2 principal daily meals (those following the 2 daily silage feedings) did not depend either on the type of harvester or on the chopping or not of the meanly or coarsely chopped silages before the feeding. These amounts were much lower than in the case of green forages. The differences between the amounts ingested per day according to the type of harvester used and the chopping or not of the silages after ensiling were mainly due to the number of small meals and to the amount ingested during these small meals (meals different from those following the silage feeding) (table 6).

The amount of dry matter put into the silos was all the higher as the forage was finely chopped. In the same way, losses of dry matter during storage were all the lower as the forages were finely chopped, except for herbage with a high content (red clover).

Consequently, the type of forage harvester plays a very important role in successful production of silages, especially silages with a high intake level. By utilizing a precision-chop harvester and an additive, it is not possible to make silages, the intake of which is as good as that of hay. The results are discussed particularly respecting the possible existence of mechanisms regulating the intake level of the silage.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ASH R. W., 1956. Inhibition of reticulo-rumen contractions by acid. *J. Physiol.*, London, **133**, 75-76.
- BAILE C. A., PFANDER W. H., 1966. A possible chemosensitive regulatory mechanism of ovine feed intake. *Am. J. Physiol.*, **210**, 1243-1248.
- BAILE C. A., MAYER J., 1967. Intra-gastric injections of liquid diet, water and acetate and meal patterns of goats. *Am. J. Physiol.*, **213** (2), 387-392.
- BALCH C. C., MURDOCH J. C., TURNER J., 1955. The effect of chopping and laceraing, before ensiling on the digestibility of silage by cows and steers. *J. Brit. Grassl. Soc.* **10**, 326-329.
- BARKER J. B., SUMMERSON W. H., 1941. The colorimetric determination of lactic acid in biological material. *J. Biol. Chem.* **137**, 535.
- BUYSSE F., 1961. Le hachage influence-t-il l'ensilage ? *Revue de l'Agriculture*. 14<sup>e</sup> année n° 6, 773-778.
- CAMPLING R. C., 1966. The intake of hay and silage by cows. *J. Brit. Grassl. Soc.* **21**, 41-48.
- CONWAY E. J., 1957. *Microdiffusion analysis and volumetric error*. Crosby, Lockwood. London.
- DEMARQUILLY C., 1973. Composition chimique, caractéristiques fermentaires, digestibilité et quantités ingérées des ensilages : modification par rapport au fourrage vert initial. *Ann. Zootech.* **22**, 1-35.
- DE MAN J. C., 1952. The influence of crushing on the pH of grass silage. *Nature*, Lond. **19**, 246-247.
- DEWAR W. A., McDONALD P., 1961. Determination of dry matter in silage by distillation with toluene. *J. Agric. Sci.*, **5**, 271-283.
- DULPHY J.-P., DEMARQUILLY C., 1972. Influence de la machine de récolte sur la valeur alimentaire des ensilages. I. Résultats préliminaires. *Ann. Zootech.*, **21**, 163-173.
- FATIANOFF Nathalie, GOUET Ph., 1969. Relation permettant de corriger rapidement et avec précision la matière sèche des ensilages séchés à l'étuve. *Ann. Zootech.*, **18**, 407-418.
- GORDON C. H., MELIN C. G., WISEMAN H. G., IRVIN H. M., McCALMONT J. R., 1958. Chemical quality, nutrient preservation and feeding value of silages stored in bunker silos. *J. Dairy Sci.*, **41**, 1738-1746.

- MARTIN J., BUYSSE F., 1953. Ensiling experiments with wilted lucerne and the influence of chopping on the preservation process. *Meded. Landb. Hogesch.*, Gent. **17**, 565-591.
- MURDOCH J. C., 1965. The effect of length of silage on its voluntary intake by cattle. *J. Brit. Grassl. Soc.*, **70**, 54-58.
- MURDOCH J.-C., BALCH D. A., HOLDSWORTH M. C., WOOD M., 1955. The effect of chopping and lacerating and wilting herbage on the chemical composition of silage. *J. Brit. Grassl. Soc.*, **10**, 181-188.
- RIGAUD J., JOURNET M., 1970. Methode de dosage des acides gras volatils dans le liquide du rumen. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.* **10**, 151-157.
- RUCKEBUSCH Y., 1963. *Recherches sur la régulation centrale du comportement alimentaire chez les ruminants*. Thèse Doct. Sci. Université de Lyon.
-