VALEUR ALIMENTAIRE DE L'HERBE DES PRAIRIES TEMPORAIRES AUX STADES D'EXPLOITATION POUR LE PATURAGE

II. — QUANTITÉ INGÉRÉE PAR LES VACHES LAITIÈRES

C. DEMARQUILLY

avec la collaboration technique de Marie-Claire ENGRAND,
J.-F. CRISTOFINI, Y. MANIS et B. MARQUIS

*Station de Recherches sur l'Élevage des Ruminants,
Centre de Recherches zootechniques et vétérinaires sur les Ruminants,
63 - Theix, près Clermont-Ferrand*

SOMMAIRE

Soixante-six des 139 échantillons de fourrages verts dont la digestibilité a été mesurée sur moutons (DEMARQUILLY et JARRIGE, 1964) ont été distribués à des vaches laitières alimentées individuellement en stabulation : ce sont des fourrages du premier cycle de végétation jusqu'au début de l'épiaison, ou des repousses âgées de 4 à 7 semaines fauchées sur les prairies temporaires au moment de leur exploitation par le troupeau de vaches laitières.

La quantité moyenne d'herbe ingérée par jour et par 100 kg de poids vif a varié suivant la nature des fourrages distribués de 7,3 à 15,7 kg de matière fraîche et de 1,7 à 2,8 kg de matière sèche, donc dans des limites très larges pour des fourrages récoltés au stade où ils peuvent être normalement pâturés. Les quantités de matière organique digestible et indigestible ingérées ont, quant à elles, varié respectivement de 1,0 à 2,0 kg et de 0,3 à 0,8 kg par jour et par 100 kg de poids vif.

La quantité de matière fraîche ingérée dépend essentiellement de la teneur en matière sèche du fourrage et peut être estimée de façon satisfaisante à partir de la teneur en matière sèche et de la teneur en cellulose brute du fourrage offert. En revanche, il est difficile de dégager les facteurs de variation de la quantité de matière sèche ingérée. Celle-ci semble dépendre en partie de la teneur en matière sèche du fourrage et ne présente qu'une liaison très lâche avec la digestibilité et la composition du fourrage.

INTRODUCTION

La valeur alimentaire d'un fourrage ne dépend pas seulement de sa concentration en divers éléments nutritifs, notamment en énergie, mais aussi de son acceptabilité ou quantité volontairement consommée par l'animal à qui on offre du fourrage à volonté.

La quantité d'herbe consommée par les animaux est très mal connue parce qu'il est impossible de la mesurer directement dans les conditions normales de pâture. Elle a fait cependant l'objet d'un certain nombre d'études réalisées en estimant la quantité d'herbe présente dans la prairie avant et après le passage des animaux (WAITE et *al.*, 1950-1952 ; McLUSKY, 1955 ; HOSKING et LINE, 1956 ; COX et *al.*, 1956) ou réalisées grâce à l'utilisation « d'indicateurs » (HANCOCK, 1954 ; WALLAGE, 1956 ; BRUNDAGE et *al.*, 1956 ; BRUNDAGE, 1960 ; HOLMES et *al.*, 1960, 1965 I et II ; GREENHALGH et RUNCIE, 1962 ; CORBETT et *al.*, 1963). Devant la relative imprécision de ces deux méthodes, d'autres auteurs ont mesuré la quantité d'herbe consommée en distribuant de l'herbe à des vaches maintenues en stabulation (HALLEY et DOUGALL, 1962 ; HUTTON, 1962-1963). Les valeurs obtenues sont très variables suivant les auteurs, (2,1 à plus de 3,0 kg de matière sèche par 100 kg de poids vif), et correspondent en général à des mesures effectuées sur des vaches de petit format (400 à 500 kg). En revanche, peu d'auteurs ont essayé d'interpréter leurs résultats et notamment de dégager les facteurs de variation, liés à la plante, de la quantité d'herbe consommée.

On sait maintenant que la quantité de fourrages secs consommée par les ruminants est réglée avant tout par des phénomènes de nature physique au niveau du rumen (cf. revue de BALCH et CAMPLING, 1962) et qu'elle présente en particulier une relation étroite avec la digestibilité du fourrage (BLAXTER et *al.*, 1961). Cette relation a été retrouvée, chez des vaches laitières consommant des fourrages verts, par certains auteurs (CORBETT et *al.*, 1963) mais non par tous (HUTTON, 1963). Nous avons montré que la quantité de matière sèche ingérée par le mouton recevant des fourrages verts ne présente une relation vraiment étroite avec la digestibilité que pour les échantillons successifs d'un même cycle de croissance d'une même plante (DEMARQUILLY, 1965). En fait, elle nous semblait dépendre essentiellement de la vitesse de dégradation dans le rumen des constituants membranaires, mais d'autres facteurs pouvaient aussi intervenir, en particulier la proportion de parties mortes dans les plantes et la teneur en matière sèche du fourrage.

Nous avons entrepris une étude systématique de la quantité d'herbe ingérée par les moutons et les vaches laitières recevant en stabulation de l'herbe fauchée chaque matin. Dans un premier temps nous avons mesuré la quantité d'herbe ingérée par des vaches laitières recevant de l'herbe coupée au stade du pâturage dans les prairies temporaires qui ont été préconisées depuis une quinzaine d'années ; ces prairies sont constituées d'une seule graminée (Ray-grass d'Italie) ou de l'association d'une graminée et d'une légumineuse (Ray-grass anglais, Fétuque des prés et dactyle associés à du trèfle blanc, dactyle et fétuque élevée associés à de la luzerne). Les vaches pâturent donc successivement des plantes de nature différente, qui sont exploitées à des stades végétatifs qui tiennent plus compte du « point de vue de la plante » que du « point de vue de l'animal », ce qui tend à créer les conditions de variations maximum de l'acceptabilité. Cette étude préliminaire nous permettait en outre d'interpréter les variations de la production laitière avec la nature du pâturage que nous avons mises en évidence (DEMARQUILLY, 1963).

Nous avons mesuré les quantités d'herbe ingérées par des vaches laitières qui ont reçu en stabulation 66 des 139 échantillons de fourrages verts dont la composition et la digestibilité ont fait l'objet d'une précédente publication (DEMARQUILLY

et JARRIGE, 1964). Ces fourrages ont été fauchés dans les prairies temporaires des Stations de Jouy et de La Minière au moment de l'exploitation de celles-ci par le troupeau de vaches laitières : fourrages du premier cycle de végétation jusqu'au début de l'épiaison ou repousses âgées de 4 à 7 semaines.

Pour essayer d'interpréter les variations des quantités d'herbe ingérées par les vaches, nous avons calculé les quantités de matière organique digestible et indigestible, de cellulose brute, de cellulose brute digestible et indigestible et de matières azotées digestibles ingérées.

Dans un deuxième temps nous mesurons les quantités d'herbe ingérées en distribuant aux animaux des espèces pures, ce qui permet de mieux analyser les causes de variation des quantités ingérées. Les résultats obtenus sur moutons ont fait l'objet d'une première publication (DEMARQUILLY, 1965).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Fourrages

Les échantillons des fourrages étudiés comprenaient le plus souvent une graminée associée à une légumineuse ; les ray-grass et les fétuques des prés étaient associés à du trèfle blanc, et les dactyles ou la fétuque élevée à du trèfle blanc ou à de la luzerne.

Les uns (9 échantillons) ont été fauchés sur la même prairie du stade feuillu au début de l'épiaison du premier cycle de végétation : c'est le cas de tous les premiers cycles de ray-grass étudiés à Jouy de 1960 à 1962. Les autres (57 échantillons) ont été fauchés sur les différentes prairies temporaires de chacune des 2 stations de Jouy et de La Minière au moment de l'exploitation de ces prairies par le troupeau de vaches laitières : c'est le cas de tous les dactyles étudiés à Jouy en 1960 et de tous les fourrages étudiés à La Minière. La nature, l'origine, la composition chimique et la digestibilité de ces échantillons ont été rapportées dans la publication précédente (DEMARQUILLY et JARRIGE, 1964).

Animaux

Dans les troupeaux de chacune des deux Stations, nous avons choisi chaque année 6 à 10 vaches laitières auxquelles ces fourrages ont été distribués. Exception faite des vaches ayant servi à l'étude des premiers cycles de ray-grass étudiés à Jouy, les animaux recevant de l'herbe en stabulation étaient appariés à des animaux consommant la même herbe en pâturage rationné comme il a été mentionné dans une publication antérieure (DEMARQUILLY, 1963).

Les vaches utilisées étaient toujours dans la phase décroissante de la production laitière et étaient en proportion à peu près égale de race *Frisonne Pie-Noire* et de race *Normande*. En 1960, nous avons remplacé le 1^{er} août les vaches approchant à cette date de la période de tarissement, par d'autres ayant vêlé plus tardivement.

Au total, l'étude a porté sur 49 vaches, ce qui correspond à 4 602 mesures individuelles journalières de quantités d'herbe consommée. Le tableau 1 donne la répartition des animaux suivant les années et les stations, le poids et le niveau de production laitière initial de ces animaux et la durée des différents essais.

Méthodes

Les animaux en stabulation entravée ont reçu individuellement l'herbe verte à volonté (le pourcentage de refus a toujours été supérieur à 10 p. 100) en 4 repas par jour à 5 h, 9 h, 15 h et 18 h. L'herbe nécessaire aux animaux a été fauchée chaque matin à la motofaucheuse et ramassée à la fourche. Les mesures ont été continues : chaque période de mesure, allant du lundi au samedi, était séparée de la suivante par un seul jour, le dimanche, lorsque l'herbe était fauchée sur les prairies de ray-grass, dont on étudiait l'évolution de la valeur alimentaire avec l'âge, au cours du premier cycle de végétation ; en revanche, lorsque l'herbe était fauchée dans une bande réservée à la fauche

délimitée à l'intérieur des prairies pâturées par le reste du troupeau et par les animaux appariés aux animaux en stabulation, les périodes de mesures ont eu une durée variable (de 4 à 10 jours) qui dépendait du temps de séjour du troupeau sur chaque prairie. Si on veut mesurer valablement les quantités maximum d'herbe volontairement consommée par des animaux en stabulation, il est indispensable de leur apporter à l'auge une herbe fauchée dans une prairie qui n'a pas été pâturée aux exploitations précédentes. C'est ainsi que lors de la deuxième et la quatrième exploitation d'une prairie de dactyle-trèfle blanc, nous avons été obligés de sortir de la bande réservée à la fauche et de faucher l'herbe sur la partie pâturée ; la quantité de matière sèche ingérée a diminué fortement de 13,75 à 8,85 kg et de 11,80 à 6,20 kg par jour et par vache, respectivement à la deuxième et à la quatrième exploitation.

TABLEAU I

Conditions des mesures effectuées à Jouy et à La Minière de 1959 à 1962

Année	Étable	Périodes de mesures	Nombre de vaches contrôlées	Poids moyen des animaux (kg)	Production laitière moy. initiale (kg)
1959	Jouy	27 avril — 13 juin	4	630	19,7
1960	Jouy	18 avril — 18 mai	6	590	15,3
	Jouy	25 avril — 1 ^{er} août	7	577	16,4
	Jouy	1 ^{er} août — 13 octobre	7	564	13,8
	La Minière	20 avril — 1 ^{er} août	9	540	14,2
	La Minière	1 ^{er} août — 12 octobre	9	530	14,4
1961	Jouy	16 avril — 12 mai	8	610	22,3
	La Minière	24 avril — 19 août	10	566	15,4
1962	Jouy	13 mai — 25 mai	7	680	14,7

TABLEAU 2

*Quantité d'aliments concentrés distribuée aux vaches
au cours des différents cycles d'exploitation des fourrages
(kg de matière sèche/jour/vache)*

	1 ^{er} cycle	2 ^e cycle	3 ^e cycle	4 ^e cycle	5 ^e cycle
1959 Jouy					
1960 Jouy	1,00 (0,60-1,16) 1,00 (1,27-1,65)	0,90 (1,45-0)	0,12 (0-0,48)	0,64 (0,85-0)	0,23 (0,91-0)
1960 La Minière	0,52 (1,62-0)	0,22 (0,14-0,37)	0,26 (0,09-0,37)	0,28 (0,09-0,37)	0
1961 Jouy	3,25 (1,36-2,23)				
1961 La Minière	1,07 (1,62-0,38)	1,65 (1,28-1,94)	2,13		
1962 Jouy	1,85 (1,8-1,9)				

Les vaches ont reçu, en complément, une ration d'aliment concentré calculée chaque semaine suivant leur production laitière et les quantités de matière sèche d'herbe ingérées la semaine précédente, et la digestibilité supposée de l'herbe. Elle a donc été très variable suivant les périodes (tabl. 2) et a peut être réduit la quantité d'herbe ingérée dans quelques cas, notamment lors des quatre semaines de mesure effectuées à Jouy en 1961, sur un ray-grass au cours du premier cycle, où elle a varié de 4,36 à 2,23 kg de matière sèche par jour et par vache.

Les vaches ont eu accès de 11 h à 15 h ou de 21 h à 5 h à une aire paillée extérieure à l'étable.

Mesures

Les quantités individuelles de matière verte et de matière sèche d'herbe ingérées par chaque vache ont été mesurées par pesée des quantités distribuées et refusées et détermination de la teneur en matière sèche de l'herbe et des refus de chaque repas.

Le poids des animaux utilisés ayant été très variable suivant les années et les stations (tabl. 1), nous avons exprimé les quantités moyennes de matière verte et de matière sèche consommées des différents échantillons de fourrages étudiés en p. 100 du poids vif.

La production laitière et le taux butyreux du lait produit par chaque vache, ainsi que par les vaches homologues au pâturage, ont été mesurées chaque jour ; leurs variations en fonction de la nature du pâturage ont déjà été rapportées (DEMARQUILLY, 1963).

RÉSULTATS

Le tableau 3 donne le nombre et la nature des échantillons de fourrages distribués aux 7 lots de vaches utilisées de 1959 à 1962. Par analogie avec la présentation des résultats de digestibilité (DEMARQUILLY et JARRIGE, 1964), nous avons divisé ces échantillons en plusieurs groupes :

- Celui des ray-grass qui comprend 27 échantillons de ray-grass ou de fétuque des prés associés à du trèfle blanc dont 5 sont des fourrages exploités l'année du semis. Il s'agit surtout de fourrages du premier cycle de végétation (15 échantillons).

TABLEAU 3

Nombre et nature des échantillons de fourrages distribués aux différents lots de vaches suivant les années et les stations

Année	Station	Nombre d'échantillons étudiés	Répartition des échantillons		
			Ray-gras ou <i>Fétuque</i> des prés-Trèfle blanc	Dactyle-Trèfle blanc	Dactyle ou <i>Fétuque</i> élevée-Luzerne
1959	Jouy	5	5		
1960	Jouy	3	3		
1960	Jouy	17	4	13	
1960	La Minière	22	2	2	18
1961	Jouy	4	4		
1961	La Minière	13	7	2	4
1962	Jouy	2	2		
Total		66	27	17	22

- Celui des dactyles qui comprend 17 échantillons de dactyle associé à du trèfle blanc. Il s'agit surtout de repousses feuillues (11 échantillons) distribuées au même lot de vaches à Jouy en 1960.

- Celui des graminées-luzerne qui comprend 22 échantillons de dactyle ou de fétuque élevée associés à de la luzerne. Ces échantillons ont tous été étudiés à La Minière, dont 18 avec le même lot de vaches en 1960.

TABLEAU 4

Valeurs moyennes et extrêmes de la teneur en matière sèche, du coefficient de digestibilité et des quantités de matière sèche, de matière fraîche et de matière organique indigestible d'herbe ingérées au cours des différents cycles végétatifs des fourrages

N° du cycle	Nature des fourrages	Dates extrêmes des mesures	Nombre d'échantillons	Teneur en matière sèche (p. 100)	Coefficient de digestibilité de la matière organique (p. 100)	Quantité d'herbe ingérée		
						Matière sèche (kg pour 100 kg de poids vif)	Matière fraîche (kg pour 100 kg de poids vif)	Matière organique indigestible (kg pour 100 kg de poids vif)
I -- Fourrages exploités après l'année du semis								
A. Jouy								
1	Ray-grass	18-4 au 25-5	11	18,0 (14,6-22,4)	79,1 (73,3-83,0)	2,08 (1,93-2,16)	12,21 (9,12-14,58)	0,39 (0,33-0,54)
	Dactyles	1-5 au 5-5	1	21,3	79,4	2,23	10,47	0,42
2	Ray-grass	25-5 au 13-6	3	22,7 (20,7-24,4)	70,1 (68,7-72,4)	1,98 (1,96-2,00)	9,65 (9,48- 9,80)	0,54 (0,50-0,58)
	Dactyles	25-5 au 1-7	3	21,6 (19,9-24,6)	67,3 (65,4-68,5)	1,89 (1,69-2,18)	8,84 (7,34-10,69)	0,55 (0,46-0,68)
3	Dactyles	14-7 au 17-7	4	18,6	74,0	1,90	10,21	0,40
4	Dactyles	28-7 au 23-9	3	14,7 (12,8-17,3)	78,3 (76,4-79,5)	1,96 (1,75-2,00)	13,48 (12,31-15,60)	0,35 (0,29-0,42)
5 et 6	Dactyles	18-8 au 18-10	5	14,0 (13,3-14,7)	74,1 (70,9-77,3)	2,11 (1,94-2,28)	15,35 (14,59-17,14)	0,45 (0,40-0,52)
B. La Minière								
1	Ray-grass	23-4 au 15-5	4	18,5 (17,4-19,8)	77,3 (75,1-80,8)	2,43 (2,27-2,78)	13,88 (12,61-14,69)	0,50 (0,40-0,62)
	Dactyles	27-4 au 9-6	2	21,3 (19,4-23,2)	73,4 (70,2-76,7)	2,43 (2,17-2,69)	11,78 (9,69-13,87)	0,56 (0,54-0,58)
2	Graminées-luzerne	18-4 au 27-5	6	21,3 (17,0-25,5)	74,7 (71,7-78,0)	2,45 (2,10-2,84)	11,91 (9,36-15,06)	0,56 (0,49-0,63)
	Ray-grass	28-5 au 30-6	3	23,4 (23,0-23,9)	73,0 (70,4-75,7)	2,60 (2,48-2,76)	12,06 (10,08-13,60)	0,62 (0,58-0,66)
3	Dactyles	6-6 au 21-7	2	24,8 (21,5-28,1)	72,1 (67,6-76,7)	2,58 (2,54-2,63)	10,94 (10,08-11,81)	0,65 (0,54-0,76)
	Graminées-luzerne	30-5 au 4-8	6	24,4 (20,6-29,0)	70,6 (65,8-74,8)	2,27 (2,02-2,51)	9,74 (7,86-11,41)	0,60 (0,73-0,50)
4	Ray-grass	9-6 au 14-6	4	28,2	68,3	2,52	9,23	0,71
	Graminées-luzerne	6-7 au 3-9	4	22,3 (18,2-26,2)	69,5 (66,8-72,6)	2,18 (2,03-2,35)	9,93 (8,78-11,15)	0,59 (0,53-0,64)
5	Graminées-luzerne	21-8 au 6-10	4	17,6 (14,1-21,9)	72,3 (70,3-76,4)	2,33 (2,22-2,63)	13,73 (10,14-18,65)	0,55 (0,52-0,58)
	Graminées-luzerne	26-9 au 12-10	2	17,4 (16,6-18,2)	71,8 (71,6-72,0)	2,32 (2,02-2,62)	13,28 (12,17-14,40)	0,54 (0,46-0,63)
II -- Fourrages exploités pendant l'année du semis								
A. Jouy								
3		5-8 au 13-8	2	14,5 (14,2-14,9)	75,3 (73,2-77,5)	2,05 (2,07-2,04)	14,13 (13,69-14,58)	0,42 (0,38-0,46)
4		11-9 au 13-9	2	13,2 (12,8-13,6)	78,0 (75,9-80,1)	2,11 (2,01-2,21)	15,97 (15,70-16,25)	0,38 (0,32-0,44)
B. La Minière								
3		11-9 au 16-9	1	13,6	78,4	2,13	15,66	0,40

FIG. 1. — Relations entre la quantité de matière fraîche ingérée par les vaches, la teneur en matière sèche, la teneur en cellulose brute et la teneur en matière organique indigestible des fourrages offerts

Jouy : Ray-grass

1959 ○

1960 ●

1961 □

1962 ■

Dictyle 1960 ▲

fourrages exploités pendant l'année du semis *

La Minière : Dictyle 1960 ▲

1961 △

Dictyle-luzerne 1960 ●

1961 ○

Fétuque élevée-luzerne 1960 ■

Ray-grass et Fétuque des prés 1960 ▼

1961 ▽

fourrages exploités pendant l'année du semis *

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau 4 qui donne pour chaque cycle de croissance, les valeurs moyennes et extrêmes de la digestibilité et de la teneur en matière sèche des fourrages, ainsi que les quantités ingérées en matière verte, en matière sèche et en matière organique indigestible (ballast). Dans ce tableau, nous avons mis à part les fourrages exploités au cours de l'année du semis mais ils sont cependant trop peu nombreux (5 échantillons) pour être traités séparément des ray-grass dans la suite des résultats. Nous avons aussi séparé les fourrages suivant leur lieu de récolte. En effet, les 35 échantillons de fourrages récoltés à La Minière ont été en moyenne mieux consommés (2,38 kg de matière sèche par 100 kg de poids vif) que les 31 échantillons récoltés à Jouy (2,04 kg de matière sèche par 100 kg de poids vif), mais cela est dû en partie au fait que les animaux utilisés à La Minière étaient plus légers que ceux utilisés à Jouy. Dans l'exposé des résultats, nous conserverons ce même mode de division des échantillons (lieux de récolte ou groupes) mais certaines comparaisons seront faites en ne considérant que les échantillons offerts au même lot de vaches.

Quantité de matière fraîche ingérée

La quantité moyenne de matière fraîche ingérée a varié de 7,34 à 15,70 kg par 100 kg de poids vif, soit de 44 à 94 kg par jour pour un animal pesant 600 kg. Elle a diminué quand la teneur en matière sèche du fourrage augmentait (fig. 1). Cette dernière a été en moyenne de 19,7 p. 100 et a varié de 12,8 à 29,0 p. 100. Il existe entre la quantité de matière fraîche ingérée et la teneur en matière sèche une liaison très étroite : $r = -0,937$ à Jouy et $r = -0,833$ à La Minière (tabl. 5).

TABLEAU 5

Liaison entre la quantité de matière fraîche d'herbe ingérée (Y) la teneur en matière sèche (X_1) les teneurs en cellulose brute (X_2) ou en ballast (X_3) du fourrage (p. 100 de matière fraîche)

Constituant du fourrage	Quantité de matière fraîche ingérée (Y) en p. 100 du poids vif	
	Jouy N = 31	La Minière N = 35
Teneur en matière sèche du fourrage (X_1) en p. 100	$Y = 24,71 - 0,70 X_1 (\pm 0,90)$ $r = -0,937$	$Y = 21,98 - 0,49 X_1 (\pm 1,22)$ $r = -0,833$
Teneur en cellulose brute (X_2) en p. 100 de la matière fraîche	$Y = 20,57 - 1,75 X_2 (\pm 1,30)$ $r = -0,862$	$Y = 19,52 - 1,33 X_2 (\pm 1,19)$ $r = -0,841$
Teneur en ballast (X_3) en p. 100 de la matière fraîche	$Y = 18,03 - 1,47 X_3 (\pm 1,49)$ $r = -0,815$	$Y = 17,76 - 1,23 X_3 (\pm 1,24)$ $r = -0,825$
Teneur en matière sèche (X_1) en p. 100 et teneur en cellulose (X_2) en p. 100 de la matière fraîche	$Y = 24,49 - 0,64 X_1 - 0,19 X_2 (\pm 0,90)$ $r = -0,938$	$Y = 21,32 - 0,25 X_1 - 0,76 X_2 (\pm 1,12)$ $r = -0,866$

La quantité de matière fraîche ingérée a diminué quand la teneur en cellulose, brute ou en ballast (matière organique indigestible) de cette matière fraîche augmentait (tabl. 5, fig. 1). Les liaisons avec la teneur en cellulose brute sont du même

ordre que celles avec la teneur en matière sèche : $r = -0,862$ pour les fourrages de Jouy et $r = -0,841$ pour les fourrages de La Minière qui, en moyenne, ont été plus riches en cellulose brute : 6,27 contre 4,60 p. 100 de la matière fraîche.

La meilleure estimation de la quantité de matière fraîche ingérée est obtenue en tenant compte à la fois de la teneur en matière sèche et de la teneur en cellulose brute exprimée en p. 100 de la matière fraîche (tabl. 5). On arrive ainsi à rendre compte de 80 p. 100 des variations de la quantité de matière fraîche ingérée.

Nous avons supposé que les liaisons précédentes étaient linéaires. En fait, elles seraient plutôt curvilinéaires et il semble qu'au-dessus d'une teneur en matière sèche de 25 p. 100 ou d'une teneur en cellulose brute de la matière fraîche de 7 p. 100, il y ait un changement de pente des droites de régression (fig. 1). Nous n'avons cependant étudié qu'un nombre trop limité de fourrages dont la teneur en matière sèche dépassait 25 p. 100.

Quantité de matière sèche d'herbe ingérée

La quantité journalière moyenne de matière sèche d'herbe ingérée a varié de 1,69 à 2,84 kg pour 100 kg de poids vif, soit de 10,1 à 17,0 kg par jour et par vache pour un animal de 600 kg.

Lorsqu'on compare les fourrages distribués de façon successive au même lot de vaches, les fourrages à base de ray-grass ont été en moyenne mieux consommés que ceux à base de dactyle ou de graminées-luzerne. C'est ainsi qu'à La Minière les quantités de matière sèche ingérées par le même lot de vaches ont été respectivement de 2,78, 2,61 et 2,42 kg p. 100 pour les fourrages des 1^{er} et 2^e cycles de ray-grass, dactyle et graminées-luzerne en 1960 et de 2,47, 2,40 et 2,26 kg p. 100 pour les fourrages des 3 premiers cycles de ray-grass, dactyle et graminées-luzerne en 1961. En revanche, en 1960 à Jouy, les 4 fourrages de ray-grass des 3^e et 4^e cycles n'ont pas été mieux consommés (2,08 kg p. 100) que les 8 dactyles des 4^e et 5^e cycles (2,05 kg p. 100) exploités à la même époque. Il est vrai que ces ray-grass étaient des fourrages semés au printemps et qu'ils contenaient un fort pourcentage de mauvaises herbes.

L'influence du numéro du cycle de végétation sur la quantité ingérée par un lot de vaches recevant des fourrages appartenant au même groupe n'est pas nette. En 1960 à La Minière, les graminées-luzernes du 1^{er} cycle ont été mieux consommées (2,55 kg p. 100) que celles du 2^e (2,28 kg p. 100), 3^e (2,18 kg p. 100) et 4^e et 5^e cycles, (2,32 kg p. 100) alors qu'en 1961, les repousses du 2^e cycle de ray-grass ont été mieux consommées (2,60 kg p. 100) que les fourrages correspondants du 1^{er} cycle (2,32 kg p. 100). A Jouy, en 1960, les repousses de dactyle des 4^e et 5^e cycles ont été mieux consommées (2,05 kg p. 100) que les repousses épiées du 2^e cycle (1,89 kg p. 100).

Nous allons étudier si certaines caractéristiques des fourrages permettent d'expliquer ces variations.

Influence de la digestibilité.

Pour l'ensemble des échantillons de fourrages étudiés, il n'y a aucune corrélation significative ($r = +0,05$) entre la quantité de matière sèche ingérée et la digestibilité de la matière organique. Il en est de même si nous considérons l'ensemble des ray-grass ($r = +0,26$) ou l'ensemble des dactyles ($r = +0,05$). En revanche

la quantité ingérée (y) de graminées-luzerne a augmenté significativement ($P < 0,05$) avec le coefficient de digestibilité de la matière organique (x) du fourrage offert, ces deux valeurs étant liées par l'équation :

$$y = 0,036 x - 0,243 (\pm 0,210) \quad \text{avec } r = + 0,498.$$

la liaison est cependant très lâche (fig. 2). De même, les quantités de matière sèche ingérées par le même lot de vaches ont été indépendantes de la digestibilité des fourrages distribués : c'est notamment le cas pour les fourrages de ray-grass étudiés

FIG. 2. — Relations entre la quantité de matière organique indigestible ingérée, le coefficient de digestibilité de la matière organique et la teneur en matière sèche du fourrage offert

Ray grass : Jouy 1959 ▼ 1960 ● 1961 ■ 1962 ▲

La Minière 1960 ○ 1961 □
exploités pendant l'année du semis. *

Dactyle : Jouy 1960 ●
La Minière 1960 ○ 1961 □

Graminées luzerne : Dactyle-luzerne 1960 △ 1961 ▽
Fétuque élevée luzerne 1960 ○

pendant plusieurs semaines successives au cours du 1^{er} cycle de végétation ; quand leur digestibilité est passée de plus de 80 à 75 p. 100, la quantité ingérée n'a diminué que faiblement (0,10 à 0,15 kg p. 100) en 1959, 1960 et 1962 et a même augmenté fortement de 1,93 à 2,37 kg p. 100 en 1961. Les quantités de graminées-trèfle blanc

ingérées par le lot de vaches de Jouy en 1960 et par celui de La Minière en 1961 ont, elles aussi, été indépendantes de la digestibilité de ces graminées même si on ne considère que les échantillons correspondants aux exploitations successives d'une même prairie.

Influence de la teneur en matière sèche.

La quantité de matière sèche ingérée (y) a eu tendance à augmenter significativement ($P < 0,05$) avec la teneur en matière sèche (x) du fourrage offert pour l'ensemble des échantillons étudiés :

$$y = 0,0245 x + 1,746 (\pm 0,245) \quad \text{avec } r = + 0,39$$

mais cette liaison significative est due aux 27 échantillons de ray-grass

$$y = 0,036 x + 1,554 (\pm 0,207) \quad \text{avec } r = + 0,55$$

FIG. 3. — Influence des variations journalières de la teneur en matière sèche de l'herbe offerte sur la quantité de matière sèche d'herbe ingérée
(9 vaches laitières — La Minière, 1960)

chez lesquels elle résulte surtout du mélange des fourrages de Jouy et de La Minière, ces derniers ayant été mieux consommés et ayant une teneur en matière sèche plus élevée que ceux de Jouy (fig. 2). Il n'existe pas de liaison significative entre la quantité ingérée et la teneur en matière sèche des 17 dactyles ($r = + 0,36$) ou des 22 graminées-luzerne ($r = + 0,07$).

Cependant, pour ces mêmes graminées-luzerne, quand on considère les consommations journalières des vaches recevant des repousses d'une parcelle donnée exploitées à partir du 3^e cycle et dont la digestibilité et la composition chimique évoluent alors peu avec l'âge, on est frappé par l'étroite similitude entre les variations journalières des quantités de matière sèche ingérées et celles des teneurs en matière sèche de l'herbe. C'est ce qui ressort de l'examen de la figure 3 où nous avons porté les quantités d'herbe ingérées et les teneurs en matière sèche des graminées-luzerne exploitées au mois d'août 1960 à La Minière. Durant cette période, la proportion d'herbe refusée était très élevée (de l'ordre de 30 p. 100) de sorte que les variations journalières des quantités de matière sèche ingérée ne peuvent être imputées à celles des quantités offertes. Tout se passe dans ce cas, comme si les animaux ingéraient une égale quantité de matière fraîche quelle que soit la teneur en matière sèche de l'herbe offerte, teneur variable avec les conditions climatiques au moment de la récolte.

Si la liaison entre la quantité de matière sèche et la teneur en matière sèche des échantillons étudiés, considérés dans leur ensemble ou par groupes, est très lâche, voire inexistante, c'est donc parce que les différences de teneurs en matière sèche entre deux échantillons donnés traduisent non seulement des différences dans les conditions climatiques moyennes au moment de la récolte mais aussi des différences de composition chimique et, par là, de digestibilité entre ces échantillons.

Influence de la teneur en cellulose brute du fourrage.

La quantité de matière sèche ingérée par les vaches laitières a été indépendante de la teneur en cellulose brute pour les ray-grass ($r = +0,04$), les dactyles ($r = -0,11$) et les graminées-luzernes ($r = -0,05$). Elle a aussi été indépendante de la teneur en cellulose brute des fourrages distribués de façon successive au même lot de vaches.

La quantité de matière sèche ingérée (y) a de même été indépendante de la teneur en cellulose brute indigestible (x) des ray-grass ($r = +0,23$) et des dactyles ($r = -0,25$) mais non des graminées-luzerne, chez lesquelles ces deux valeurs ont été liées par la relation :

$$y = 2,85 - 0,058 x \quad (\pm 0,22) \quad (r = -0,45) \quad (P < 0,05)$$

y étant exprimé en kg p. 100 et x en p. 100.

Quantité de matière organique digestible ingérée

La quantité de matière organique digestible ingérée a varié dans des limites plus importantes encore que la quantité de matière sèche : 1,0 à 2,0 kg de matière organique digestible pour 100 kg de poids vif. Cela n'a rien d'étonnant puisque la quantité de matière sèche ingérée et la digestibilité ont varié toutes deux de façon importante et parfois dans le même sens. Les vaches ont en moyenne ingéré plus de matière organique digestible à La Minière (1,54 kg) qu'à Jouy (1,35). A la fois à Jouy et à La Minière, elles ont en moyenne ingéré plus de matière organique digestible quand elles ont reçu des ray-grass que quand elles ont reçu des dactyles ou des graminées-luzernes : 1,41 avec les ray-grass et 1,26 kg p. 100 avec les dactyles à Jouy, 1,64 avec les ray-grass et les dactyles et 1,49 kg avec les graminées-luzerne à La Minière. Cela est encore plus net si l'on compare les fourrages distribués de

façon successive au même lot de vaches pendant une période donnée. C'est ainsi qu'à La Minière, les quantités de matière organique digestible ingérées par le même lot de vaches ont été respectivement de 1,92, 1,78 et 1,61 kg pour les fourrages des 1^{er} et 2^e cycle de ray-grass, dactyle et graminées-luzerne en 1960 et de 1,63, 1,49 et 1,40 pour les fourrages des trois premiers cycles de ray-grass, dactyle et graminées-luzerne en 1961. En revanche, il y a peu de différence en 1960 à Jouy entre les 4 ray-grass des 3^e et 4^e cycles (1,32 kg) et les 8 dactyles des 4^e et 5^e cycles (1,29 kg) exploités à partir du 15 août. Ces variations de la quantité de matière organique digestible ingérée en fonction de la nature du pâturage, expliquent les variations de la production laitière que nous avons observées à la fois sur les vaches en stabulation et sur les vaches au pâturage qui leur étaient appariées et qui pâturaient de l'herbe de même nature (C. DEMARQUILLY, 1963).

A Jouy, la quantité de matière organique digestible ingérée a eu tendance à augmenter avec la digestibilité du fourrage offert mais de façon beaucoup moins nette et beaucoup moins imporrante qu'à La Minière, notamment avec les graminées-luzernes (fig. 5). Elle a été indépendante de la teneur en matière sèche des dactyles et des graminées-luzerne mais non des ray-grass chez lesquels elle a augmenté avec la teneur en matière sèche.

Quantité de matières azotées digestibles ingérée

La quantité de matières azotées digestibles ingérée a varié dans des limites très importantes : 0,105 à 0,455 kg pour 100 kg de poids vif. Elle a été un peu plus importante à La Minière qu'à Jouy ; respectivement 0,275 kg contre 0,260 kg mais cela est dû essentiellement au fait qu'à La Minière la majorité des échantillons de fourrages étudiés étaient des graminées-luzerne. En effet, les vaches ont en moyenne ingéré plus de matières azotées digestibles quand elles ont reçu des graminées-luzerne que quand elles ont reçu des dactyles et des ray-grass ; 0,290 kg avec les graminées-luzerne contre 0,270 avec les dactyles et 0,250 avec les ray-grass. Les différences dans les quantités de matières azotées digestibles ingérées suivant la nature du fourrage offert sont cependant plus faibles avec les fourrages du premier cycle et augmentent avec le numéro des cycles successifs. Cela s'explique facilement puisque la part de la luzerne dans le mélange graminées-luzerne augmente avec le numéro des cycles. La quantité de matières azotées digestibles augmente aussi de façon très nette avec le numéro des cycles successifs ; avec les ray-grass 0,225, 0,240, 0,325 et 0,320 kg pour les 1^{er}, 2^e, 3^e et 4^e cycles, avec les dactyles 0,250, 0,205, 0,285, 0,285 et 0,325 pour les 1^{er}, 2^e, 3^e, 4^e et 5^e cycles avec et les graminées-luzerne 0,240, 0,245, 0,280, 0,390, 0,400 pour les 1^{er}, 2^e, 3^e, 4^e et 5^e cycles. Elle dépend beaucoup plus de la teneur en matières azotées digestibles du fourrage que de la quantité de matière sèche ingérée et semble indépendante des autres caractéristiques du fourrage.

Quantité de cellulose brute digestible ingérée

La quantité de cellulose brute digestible ingérée augmente significativement ($r = + 0,522$) ($P < 0,05$) avec la digestibilité des échantillons de graminées-luzerne, mais varie indépendamment de la digestibilité des ray-grass et des dactyles. Cela

est peut-être dû au fait que la teneur en matière sèche des fourrages est un facteur prépondérant de leur acceptabilité et qu'il ne faudrait pouvoir comparer que des fourrages ayant la même teneur en matière sèche. Or, la teneur en matière sèche des échantillons de graminées-luzerne a été beaucoup moins variable que celle des ray-grass et des dactyles. 18 sur 24 des échantillons de graminées-luzerne ont une teneur en matière sèche comprise entre 19 et 26 p. 100, alors que les ray-grass et les dactyles se répartissent entre 13 et 27 p. 100 de matière sèche. Les vaches qui ont reçu pendant plusieurs semaines les ray-grass fauchés sur la même prairie ont ingéré aussi une quantité de cellulose brute digestible qui a diminué en même temps que la digestibilité des fourrages offerts. Si nous éliminons l'influence de la teneur en matière sèche du fourrage en divisant la quantité de cellulose brute digestible ingérée par la teneur en matière sèche du fourrage, nous obtenons une nouvelle variable (z) qui varie dans le même sens que la digestibilité. La liaison est hautement significative ($P < 0,01$) avec les ray-grass ($r = + 0,640$) et les graminées-luzerne ($r = + 0,552$) et approche du seuil de signification 10 p. 100 avec les dactyles ($r = + 0,38$).

FIG. 4. — Relations entre la quantité de matière sèche d'herbe ingérée, le coefficient de digestibilité de la matière organique, et la teneur en matière sèche du fourrage offert (les symboles ont la même signification que ceux de la figure 2)

Quantité de constituants indigestibles ingérés

La quantité de ballast (matière organique non digestible) ingérée a varié dans de grandes proportions de 0,295 à 0,765 kg pour 100 kg de poids vif, soit de 1,77 à 4,60 kg pour une vache de 600 kg. Il en est de même de la quantité de cellulose brute non digestible : 0,080 à 0,255 kg p. 100, soit 0,48 à 1,53 kg pour une vache de 600 kg.

En moyenne, les vaches de La Minière ont ingéré plus de ballast et de cellulose brute non digestible que les vaches de Jouy : respectivement 0,574 et 0,193 contre 0,431 et 0,131 pour 100 kg de poids vif. Les quantités de ballast ou de cellulose brute indigestible ingérées par le même lot de vaches variant, elles aussi, de plus du simple au double, ce ne sont pas elles qui peuvent limiter la quantité de matière sèche ingérée par la vache laitière recevant des fourrages verts, comme cela avait été avancé par certains auteurs (LEHMANN, 1941).

Alors que la quantité de matière sèche ingérée est indépendante de la digestibilité des échantillons de fourrage offerts, considérés dans leur ensemble ou par groupe, la quantité de ballast (fig. 4) ou de cellulose brute indigestible dépend, quant à elle, étroitement de la digestibilité des fourrages offerts. Elle augmente quand la digestibilité des fourrages diminue, les relations étant très étroites, notamment pour les ray-grass (tabl. 6). De même, elle augmente significativement

TABLEAU 6

Liaison entre les quantités de ballast (Y_1) ou de cellulose brute indigestible (Y_2) ingérées et la teneur en matière sèche X_1 ou la digestibilité X_2 du fourrage offert

Nature du fourrage	Nombre d'échantillons	Quantité de ballast ingérée (kg pour 100 kg de poids vif)	Quantité de cellulose brute indigestible ingérée (kg pour 100 kg de poids vif)
Ray-grass	27	$Y_1 = 0,025 X_1 + 0,008 (\pm 0,061)$ $r_1 = + 0,846$ $Y_1 = 2,250 - 0,023 X_2 (\pm 0,057)$ $r_2 = - 0,868$	$Y_2 = 0,010 X_1 - 0,050 (\pm 0,026)$ $r_1 = + 0,846$ $Y_2 = 0,916 - 0,010 X_2 (\pm 0,022)$ $r_2 = - 0,894$
Dactyles	17	$Y_1 = 0,018 X_1 + 0,154 (\pm 0,092)$ $r_1 = + 0,663$ $Y_1 = 1,913 - 0,019 X_2 (\pm 0,083)$ $r_2 = - 0,860$	$Y_2 = 0,006 X_1 + 0,041 (\pm 0,035)$ $r_1 = + 0,615$ $Y_2 = 0,725 - 0,078 X_2 (\pm 0,036)$ $r_2 = - 0,806$
Graminées-Luzerne	22	$Y_1 = 0,008 X_1 + 0,408 (\pm 0,057)$ $r_1 = + 0,443$ $Y_1 = 1,170 - 0,008 X_2 (\pm 0,057)$ $r_2 = - 0,439$	$Y_2 = 0,005 X_1 + 0,094 (\pm 0,004)$ $r_1 = + 0,413$ $Y_2 = 0,741 - 0,075 X_2 (\pm 0,315)$ $r_2 = - 0,634$
Ensemble des fourrages	66	$Y_1 = 0,020 X_1 + 0,119 (\pm 0,594)$ $r_1 = + 0,746$ $Y_1 = 2,007 - 0,020 X_2 (\pm 0,537)$ $r_2 = - 0,799$	$Y_2 = 0,009 X_1 + 0,005 (\pm 0,276)$ $r_1 = + 0,711$ $Y_2 = 0,870 - 0,010 X_2 (\pm 0,213)$ $r_2 = - 0,821$

avec la teneur en matière sèche des fourrages offerts (fig. 4), les liaisons étant cependant moins étroites qu'avec la digestibilité de ces fourrages (tabl. 6). Si la quantité « d'indigestible » ingérée est liée d'une part à la digestibilité, d'autre part à la teneur

en matière sèche du fourrage, cela ne semble pas dû entièrement au fait que la digestibilité et la teneur en matière sèche du fourrage sont elles-mêmes liées. En effet, si le coefficient de corrélation entre la digestibilité et la teneur en matière sèche des échantillons de ray-grass est hautement significatif ($r = -0,703$), il est compris entre le seuil de probabilité 0,10 et 0,05 pour ceux de dactyles ($r = -0,478$) et de graminées-luzerne ($r = -0,373$). Des fourrages de même digestibilité doivent donc être d'autant mieux consommés que leur teneur en matière sèche est plus élevée puisque la quantité « d'indigestible » ingérée varie dans le même sens que la teneur en matière sèche du fourrage.

Quantité de matière sèche totale ingérée

La quantité de matière sèche totale ingérée (herbe + aliment concentré) a varié de 1,75 à 2,99 kg pour 100 kg de poids vif, soit de 10,5 à 18,0 kg de matière sèche par jour et par vache pour un animal de 600 kg. La quantité d'aliment concentré distribué a été variable suivant les lots de vaches utilisés et les périodes de l'année (fig. 5). Elle a parfois été très importante au début de la période de pâturage (4,26 kg de matière sèche par jour et par vache en 1961 à Jouy) malgré la digestibilité élevée du fourrage offert parce que les vaches avaient un niveau de production laitière important. Elle a pu être importante aussi quand les fourrages offerts étaient des repousses épiées de faible digestibilité (1,28 kg par vache pour un deuxième cycle à La Minière en 1961).

FIG. 5. — Relations entre la quantité de matière sèche totale (herbe + aliment concentré) ingérée et le coefficient de digestibilité de la matière organique du fourrage offert

La quantité d'aliment concentré distribué est représentée par les lignes verticales (les symboles ont la même signification que ceux de la figure 2)

DISCUSSION

Critiques des méthodes utilisées

La méthode de mesure des quantités consommées que nous avons employée est simple et précise. Malheureusement, les quantités consommées en stabulation diffèrent probablement de celles enregistrées au pâturage : les repas ont lieu à heure

fixe et l'herbe apportée à l'auge a une composition différente de celle qui est récoltée au pâturage : malgré le pourcentage de refus supérieur à 10 p. 100 que nous avons toléré, le tri effectué à l'auge est moins important que celui effectué au pâturage. Cependant, la production laitière et la composition du lait des vaches recevant de l'herbe en stabulation a toujours présenté les mêmes variations que celles enregistrées chez les vaches au pâturage consommant la même herbe, bien que la production laitière des vaches en stabulation fut toujours un peu inférieure à celles des vaches au pâturage (DEMARQUILLY, 1963). On peut donc en conclure que si notre méthode ne nous fournit pas une estimation exacte de la quantité d'herbe consommée au pâturage, mais vraisemblablement une estimation par défaut, elle nous permet cependant de suivre les variations relatives de la quantité d'herbe récoltée au pâturage.

Les valeurs trouvées par les auteurs étrangers varient de 2,1 à plus de 3,0 kg de matière sèche pour 100 kg de poids vif, les valeurs citées le plus souvent se situant entre 2,5 et 2,8 kg. Nos valeurs sont donc du même ordre quoique un peu faibles mais elles ont été obtenues avec des animaux beaucoup plus lourds. Or, les animaux de gros format ont une capacité d'ingestion par 100 kg de poids vif inférieure aux animaux de petit format, à production laitière égale (JOURNET et *al.*, 1965).

Dans la majorité des cas, la quantité d'aliment concentré distribuée ne semble pas avoir été suffisante pour limiter la quantité d'herbe ingérée, mais il n'en a peut-être pas toujours été ainsi, notamment à Jouy en 1961 où les vaches recevant du ray-grass ont consommé jusqu'à 4,37 kg de matière sèche d'aliment concentré par jour. Si on admet que le fait de distribuer 1 kg de matière sèche d'aliment concentré fait diminuer la quantité d'herbe ingérée de 0,3 kg de matière sèche, les chiffres trouvés par différents auteurs (HOLMES et McLUSKY, 1955 ; CORBETT et BOYNE, 1950 ; HANCOCK, 1958 ; HOLMES, 1965 I) variant de 0 à 0,6, la quantité d'herbe ingérée aurait pu être sous-estimée dans ce cas de 1,5 kg de matière sèche par jour. Mais en est-il ainsi quand l'aliment concentré est distribué suivant les besoins des animaux, ce qui était le cas dans cette expérience ? En effet, JOURNET et *al.* (1965) ont montré, en analysant les variations individuelles d'appétit, que la quantité de la ration de base consommée en régime hivernal par des vaches laitières, était indépendante de la quantité d'aliment concentré distribué, quand celui-ci était distribué selon les besoins des animaux, et les fourrages offerts *ad libitum*. On peut penser que cela reste valable pour un lot d'animaux et que l'apport d'aliment concentré a eu une action très limitée dans la majorité des cas. En revanche, on peut penser que l'appétit des vaches laitières a dû évoluer au cours des mesures et par là, les quantités d'herbe consommées. D'une part parce que l'appétit des vaches laitières au pâturage (WALLACE, 1956 ; COX et *al.*, 1956 ; HURTON, 1963) ou en stabulation (JOURNET, résultats non publiés) varie avec le stade de lactation ; il est minimum juste après le vêlage et augmente ensuite régulièrement au cours des premiers mois de lactation. Chaque année, au commencement de la période de mesures, certaines vaches étaient en début de phase décroissante de la production laitière et leur appétit n'était donc pas encore maximum. D'autre part, parce que l'appétit varie avec le niveau de production laitière des vaches. Or, la production laitière n'a pas été identique d'un lot de vaches à un autre et pour un même lot elle a évolué au cours de la période de mesures.

Principales causes de variations de la quantité d'herbe ingérée

Compte tenu des insuffisances et des incertitudes qui viennent d'être exposées, les résultats obtenus mettent clairement en évidence trois points importants :

1° La quantité de matière fraîche ingérée dépend essentiellement de la teneur en matière sèche de l'herbe offerte. Cette quantité peut être estimée de façon très satisfaisante à partir de la teneur en matière sèche et de la teneur en cellulose brute de l'herbe ; le coefficient de variation de la quantité estimée est en effet inférieur à 10 p. 100.

2° La quantité de constituants d'indigestible ingérée (ballast ou cellulose brute non digestible) dépend de la teneur en matière sèche et de la digestibilité de l'herbe offerte.

Si elle augmente avec la teneur en matière sèche de l'herbe, c'est que la quantité de matière sèche ingérée doit elle aussi augmenter tout au moins pour des fourrages dont les caractéristiques autres que la teneur en matière sèche sont identiques. C'est d'ailleurs ce qu'on observe quand les vaches reçoivent un fourrage dont la composition chimique et la digestibilité évoluent très peu ; la quantité de matière sèche ingérée varie alors parallèlement à la teneur en matière sèche du fourrage.

La quantité « d'indigestible » ingérée dépend de la digestibilité du fourrage et elle augmente quand la digestibilité diminue. Comme on sait par ailleurs que la vitesse de transit de cet « indigestible » diminue en même temps que la digestibilité (BLAXTER et *al.*, 1961 ; DEMARQUILLY, résultats non publiés), ce n'est donc pas la quantité « d'indigestible » ingérée qui peut limiter la quantité d'herbe ingérée. Cela montre par ailleurs que la digestibilité *per se* ne doit pas être le facteur essentiel de l'acceptabilité des fourrages comme l'ont dit BLAXTER et *al.* (1961-1962).

3° Suivant les lieux de récolte de l'herbe, les quantités d'herbe ingérées par les vaches laitières peuvent être très différentes. C'est ainsi que les quantités ingérées exprimées en p. 100 du poids vif ont été à La Minière de 15 p. 100 supérieures à celles de Jouy. Il est vrai que les vaches de Jouy étaient un peu plus lourdes que celles de La Minière mais les différences de poids sont trop faibles (50 kg) pour expliquer des différences de consommation aussi importantes.

En revanche, d'autres points demeurent encore obscurs et doivent être étudiés de façon plus systématique pour être éclaircis. Il est difficile d'interpréter les variations de la quantité de matière sèche ingérée parce qu'elle semble dépendre de plusieurs facteurs liés entre eux, qui peuvent varier en sens inverse et avoir des actions qui s'annulent. En accord avec HURTON (1962-1963), nous constatons que la digestibilité de l'herbe offerte n'est pas un facteur prépondérant de la quantité volontairement consommée par la vache laitière. Cette absence de liaison peut avoir plusieurs causes :

— la digestibilité évolue généralement en sens inverse de la teneur en matière sèche ; or, cette dernière joue vraisemblablement un rôle important puisqu'elle agit sur la quantité de constituants indigestibles ingérés et sur les variations journalières de la quantité de matière sèche ingérée. Elle semble apparemment ne plus avoir d'influence quand on compare des échantillons différents, vraisemblablement parce que les variations de la teneur en matière sèche entre échantillons n'ont plus la même

signification ; elles reflètent aussi des variations de composition chimique et de digestibilité. Cela explique peut être que certains auteurs (ARNOLD, 1962 ; DAVIES, 1962 ; HALLEY et McDUGALL, 1962) observent une augmentation de la quantité de matière sèche ingérée avec la teneur en matière sèche, alors que d'autres (McLUSKY, 1955 ; HOLMES et LANG, 1963) ne l'observent pas.

— Le facteur essentiel de l'acceptabilité des fourrages ne serait peut-être pas la digestibilité. Si celle-ci l'était, elle présenterait une relation avec la quantité de matière sèche ingérée et la quantité de constituants indigestibles ingérée n'augmenterait pas quand la digestibilité diminue. Le facteur essentiel de l'acceptabilité serait plutôt la vitesse de dégradation des constituants membranaires dans le rumen. Cette hypothèse a été émise par CRAMPTON (1957) et nous l'avions reprise pour expliquer nos résultats sur moutons (DEMARQUILLY, 1965). Or, des fourrages verts de même digestibilité peuvent avoir des membranes qui se dégradent dans le rumen à des vitesses très différentes suivant la famille botanique à laquelle ils appartiennent et même suivant l'espèce pour les graminées (DEMARQUILLY et JOURNET, résultats non publiés). Si c'est bien la vitesse de dégradation des membranes du fourrage dans le rumen qui limite la quantité de matière sèche ingérée on comprend alors pourquoi — la quantité de cellulose brute digestible ingérée diminue avec la digestibilité puisqu'au fur et à mesure que le fourrage vieillit, la lignification et par suite la résistance des tissus et membranes de la plante à l'attaque microbienne augmente — la quantité de constituants indigestibles ingérée et notamment de cellulose brute indigestible augmente quand la digestibilité diminue puisque la teneur de la plante en cellulose brute indigestible augmente beaucoup plus vite que la teneur en cellulose brute digestible.

— Mais d'autres facteurs peuvent agir sur la quantité de matière sèche ingérée. Il existe vraisemblablement des différences d'appétibilité entre fourrages. Les plantes peuvent contenir des proportions différentes de parties mortes suivant les espèces auxquelles elles appartiennent, leur résistance aux ravageurs, leur âge et la saison. Les fourrages peuvent être plus ou moins souillés par la terre lors des opérations de fauche et de ramassage suivant le port des plantes, les conditions climatiques et l'état du sol. En outre, toutes conditions égales par ailleurs il existe peut être entre fourrages des différences dans leurs qualités gastronomiques pour l'animal.

Enfin la vache laitière ayant des besoins de lactation à couvrir, il est possible que son appétit ne soit pas réglé seulement par des informations de nature physique liées à la distension des cavités digestives. Ainsi, les variations de la quantité de matière sèche ingérée sont plus faibles pour les vaches que pour les moutons ; pour les fourrages de La Minière en 1961, les quantités de matière sèche ingérées par les vaches ont varié de 2,10 à 2,76 kg pour 100 kg de poids vif pour les vaches suivant les échantillons d'herbe offerts et de 1,89 à 2,83 kg pour 100 kg de poids vif pour les moutons.

Conséquences zootechniques

L'acceptabilité et la valeur nutritive de fourrages exploités au stade du pâturage présentent des variations importantes. Au stade du pâturage, la valeur nutritive des fourrages est surtout limitée par leur valeur énergétique. Après avoir couvert ses besoins d'entretien, il va rester à la vache ne recevant que de l'herbe une quantité

très variable d'énergie pour couvrir, sans puiser dans ses réserves, les besoins de sa production laitière. Cette dernière appelée production laitière permise, va donc être très variable (fig. 6). C'est ainsi qu'elle a varié à Jouy de 20 à 5 kg de lait 4 p. 100 par vache et à La Minière de 25 à 9 kg. Elle est élevée (de l'ordre de 18 kg à Jouy et de 23 kg à La Minière) quand les vaches reçoivent des fourrages du 1^{er} cycle de végétation exploités avant le 20 mai ; elle diminue brutalement, de près de 8 kg, dans les deux stations quand les vaches reçoivent des dactyles exploités aux environs de l'épiaison ou des repousses du 2^e cycle souvent épiées car elles correspondent à des fourrages exploités précocement au premier cycle. A partir du 15 juillet, elle remonte à 13 kg à Jouy mais diminue à La Minière pour se situer au même niveau qu'à Jouy. Cette augmentation à Jouy doit correspondre au fait que les vaches reçoivent alors des graminées entièrement feuillues, exploitées tous les 30-40 jours

FIG. 6. — Variations de la production laitière moyenne permise par les éléments nutritifs (U.F.) de l'herbe ingérée par les vaches des différents lots utilisés à Jouy et à La Minière de 1959 à 1962 suivant la nature de l'herbe offerte (les symboles ont la même signification que ceux de la figure 1)

et irriguées. En revanche, pendant la période estivale (15 juillet-15 septembre), les vaches de La Minière reçoivent essentiellement de la luzerne pure, ou un mélange graminée-luzerne dans lequel la luzerne qui prédomine est à un stade souvent avancé car on attend pour exploiter que la graminée ait une hauteur minimum. L'augmentation de la production laitière permise observée à La Minière à partir du 15 septembre

doit d'ailleurs correspondre à une exploitation plus précoce des prairies due à une nouvelle croissance active des graminées, consécutive aux pluies du début du mois de septembre fréquentes dans la région parisienne (c'était tout au moins le cas en 1960).

Les variations importantes de la production laitière permise vont entraîner des variations de la production laitière réelle, et cela malgré la distribution d'aliments concentrés pour essayer de tamponner ces variations. De nombreux exemples ont été enregistrés dans les deux stations de Jouy et de La Minière (JARRIGE et JOURNET, 1959; DEMARQUILLY, 1963) à la fois avec des vaches au pâturage et des vaches recevant en stabulation de l'herbe fauchée.

Même si la digestibilité n'est pas le facteur prépondérant de l'acceptabilité, elle demeure cependant un facteur important de la quantité d'éléments nutritifs ingérés. Il convient donc d'essayer d'offrir à l'animal l'herbe la plus digestible en utilisant le fait que les graminées présentent jusqu'à l'épiaison du premier cycle une digestibilité très élevée. L'utilisation d'espèces tardives telles que la fléole ou de variétés tardives de ray-grass anglais offre à cet égard un moyen intéressant. Il est souhaitable de n'avoir pas à utiliser pour le pâturage les repousses épiées du 2^e cycle correspondant à une exploitation précoce du premier cycle. Cela n'est pas facile si aux espèces tardives ne succèdent pas de jeunes prairies semées au printemps qui permettent d'avoir en juin et juillet une herbe aussi digestible qu'au début du printemps et dont la digestibilité diminue relativement peu avec l'âge (DEMARQUILLY, résultats non publiés). De juillet à septembre, il s'agit avant tout de produire de l'herbe avec les espèces les plus productives sous les conditions estivales, même si elles n'ont pas une digestibilité maximum.

Les études plus systématiques qui sont en cours sur les quantités de matière sèche ingérées par les ruminants, devraient permettre de définir de façon moins imprécise les facteurs de variation de l'acceptabilité des fourrages et d'en tenir compte pour le choix de l'exploitation des prairies temporaires.

Reçu pour publication en mars 1966.

SUMMARY

FEEDING VALUE OF HERBAGE FROM TEMPORARY PASTURES AT THE GRAZING STAGE

II. — INTAKE OF HERBAGE BY DAIRY COWS

1. The amount of herbage eaten by dairy cows was measured in stalled cows given 66 of the 139 samples of green fodder of which digestibility had been estimated with sheep. (DEMARQUILLY and Jarrige, 1964). Table 1 shows the number and the characteristics of the cows used between 1959 and 1962 at the two stations of Jouy and La Minière. In addition the cows were given a concentrate ration calculated each week according to their milk yield, their weight and the amount of dry matter eaten during the preceding week. The amount of concentrate given thus varied widely (table 2).

2. The herbage was cut each morning from a strip reserved for that purpose marked out in the pasture grazed by the rest of the herd. It was given individually to the cows in 4 feeds a day. The amount offered was adjusted each day so that the amount refused was equal to at least 10 per cent.

The forages were mostly cut from the temporary pastures at the same time as they were being grazed by dairy cows. This being the case, the length of the periods when estimations were made ranged from 4 to 10 days, depending on how long the herd remained on each pasture. Others, nine samples, were cut from the same pasture from the leafy stage to the beginning of ear formation in the first vegetative cycle : that applied to all the first cycles of ryegrass studied at Jouy from 1960 to 1962. Thus each period corresponded to one week.

Altogether 4 602 individual measurements were made of the amount of herbage eaten.

3. Table 3 gives the number and the type of the samples of forage studied. These were divided into 3 groups : (a) ryegrass, which included the samples of ryegrass or of meadow fescue, in association with white clover ; (b) cocksfoot, which included the samples of cocksfoot in association with white clover, and (c) grasses and lucerne, which included the samples of cocksfoot or tall fescue associated with lucerne. The results obtained are summarized in table 4, in which results have been given separately for Jouy and La Minière because at the latter station the forages were eaten better, 2.38 kg dry matter per 100 kg liveweight compared with 2.04 kg at Jouy.

4. Intakes of fresh matter ranged from 7.34 to 15.70 kg per 100 kg liveweight. It was less when dry matter content of the forage was more, or when the contents of crude fibre or of ballast (indigestible organic matter) as percentage fresh matter increased (fig. 1 ; table 5). The changes in contents of dry matter and of crude fibre accounted for 80 percent of the difference in intake of fresh matter.

5. The intake of dry matter ranged from 1.69 to 2.84 kg per 100 kg liveweight and was on average 2.17 kg. When comparison is made between forages given successively to the same group of cows, the ryegrass group were eaten better than the cocksfoot or the grass and lucerne. On the other hand the influence of the number of the vegetative cycle was small.

The intake of dry matter increased significantly with digestibility for the grass and lucerne group, but was independent of digestibility for the other forages (fig. 2). It increased significantly with dry matter content for the ryegrass group but was independent of dry matter content for the other forages (fig. 2). However, if from amongst these forages are taken those of which the digestibility and chemical composition change little with age, as is the case of the regrowth of the third cycle of grasses and lucerne at La Minière in August 1960, a striking similarity is seen in the changes in intake of dry matter and the changes in dry matter content of the herbage (fig. 3).

Intake of dry matter was independent of the crude protein content of the forages ; it was reduced significantly as the content of indigestible organic matter of the forages of the grasses and lucerne group increased.

6. Intake of digestible organic matter was from 1.0 to 2.0 kg per 100 kg liveweight. It was greater for the ryegrass groups than for the cocksfoot, and especially for the grasses and lucerne groups. It tended to increase with digestibility of the forage.

7. Intake of digestible crude protein ranged from 0.105 to 0.455 kg per 100 kg liveweight. It was greater for cows given the grasses and lucerne than for those given grasses alone or with white clover. It increased markedly during successive cycles and depended much more on the digestible crude protein content of the forage than on the amount of dry matter eaten.

8. Intake of digestible crude fibre increased significantly with digestibility of the grasses with lucerne. The ratio of the amount of digestible crude fibre eaten to the dry matter content of the forage increased significantly with digestibility of the ryegrass, cocksfoot and grass-lucerne groups.

9. Intake of indigestible organic matter was from 0.30 to 0.77 kg per 100 kg liveweight and of indigestible crude fibre was from 0.08 to 0.26 kg per 100 kg liveweight. These amounts did not therefore limit the intake of herbage. They increased significantly when the dry matter content of the forage increased or when its digestibility decreased (fig. 4 ; table 6). Thus for forages of the same digestibility more must be eaten when the dry matter content is greater.

10. The total intake of dry matter from herbage and concentrate ranged from 1.75 to 3.00 kg per 100 kg liveweight.

11. The intake of herbage, used at the pasture stage, by dairy cows showed wide variation, of which the main causes are discussed. The intake of fresh material could be estimated very accurately. On the other hand it was difficult to separate the causes of difference in intake of dry matter. It seemed to depend on the dry matter content of the forage and was very weakly related to digestibility and chemical composition of the forage. Indeed, it must depend on the rate of breakdown of the cellulose of the forage in the rumen. It is also possible that there is a real difference in palatability among forages.

The differences in intake combined with differences in digestibility dealt with in the earlier publication explain the difference in milk yield of the cows, changes already reported (DEMARQUILLY, 1963).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARNOLD G. W., 1962. Effects of pasture maturity on the diet of sheep. *Aust. J. Agric. Res.*, **13**, 701.
 BALCH C. C., CAMPLING R. C., 1962. Regulation of voluntary food intake in ruminants. *Nutr. Rev.*, **32**, 669.
 BLAXTER K. L., WAINMAN F. W., WILSON R. S., 1961. The regulation of food intake by sheep. *Anim. Prod.*, **3**, 51.

- BLAXTER K. L., WILSON R. S., 1962. The voluntary intake of roughages by steers. *Anim. Prod.*, **4**, 351-358.
- BRUNDAGE A. L., SWEETMAN W. J., BULA R. J., 1956. The utilization of Smooth Brome grass (*Bromus inermis*) under rotational and strip-grazing systems of pasture management. II. Digestibility intake studies. *J. Dairy Sci.*, **39**, 287-396.
- BRUNDAGE A. L., 1960. The relationship of daily milk production to herbage digestibility and intake. *Proc. 8th Intern. Grassland Congress*, p. 450-453.
- CORBETT J. L., BOYNE A. W., 1958. The effects of a low-protein food supplement on the yield and composition of milk from grazing dairy cows and on the composition of their diet. *J. Agric. Sci.*, **51**, 95-107.
- CORBETT J. L., LANGLANDS J. P., REID G. W., 1963. Effects of season of growth and digestibility of herbage on intake by grazing dairy cows. *Anim. Prod.*, **5**, 119-129.
- COX C. P., FOOT A. S., HOSKING Z. D., LINE C., ROWLAND S. J., 1956. The direct evaluation of pasture in terms of the milk production of individually grazed cows. *J. Brit. Grassl. Soc.*, **11**, 107.
- CRAMPTON E. W., 1957. Interrelations between digestible nutrient and energy content, voluntary dry matter intake, and the overall feeding value of forages. *J. Animal Sci.*, **16**, 546-552.
- DAVIES H. L., 1962. Intake studies in sheep involving height fluid intake. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.*, **4**, 167.
- DEMARQUILLY C., 1963. Influence de la nature du pâturage sur la production laitière et la composition du lait. *Ann. Zootech.*, **12**, 69-104.
- DEMARQUILLY C., JARRIGE R., 1964. Valeur alimentaire de l'herbe des prairies temporaires aux stades d'exploitation pour le pâturage. I. Composition chimique et digestibilité. *Ann. Zootech.*, **13**, 301-339.
- DEMARQUILLY C., 1965. Factors affecting the voluntary intake of green forage by sheep. *Proc. 9th Intern. Grassland Congress*, São Paulo. Section 9; op. — 400.
- GREENHALGH J. F. D., RUNCIE K. V., 1962. The herbage intake and milk production of strip and zero-grazed dairy cows. *J. agric. Sci.*, **59**, 95-103.
- HALLEY R. J., DOUGALL B. M., 1962. The feed intake and performance of dairy cows fed on cut grass. *J. Dairy Res.*, **29**, 241-248.
- HANCOCK J., 1954. Studies of grazing behaviour in relation to grassland management. I. Variations in grazing habits of dairy cattle. *J. agric. Sci.*, **44**, 420.
- HANCOCK J., 1958. The conversion of pasture to milk, the effect of stocking rate and concentrate feeding. *J. agric. Sci.*, **50**, 284-296.
- HOLMES J. C., LANG R. W., 1963. Effects of fertiliser nitrogen and herbage dry matter content on herbage intake and digestibility in bullocks. *Anim. Prod.*, **5**, 17.
- HOLMES W., Mc LUSKY D. S., 1955. In « *Animal Production from Grass* » (Europ. Assoc. Anim. Prod. Public. n° 6), p. 29.
- HOLMES W., OSMAN H. el S., 1960. The feed intake of grazing cattle. I. Feed intake of dairy cows on strip and free grazing. *Anim. Prod.*, **2**, 131-139.
- HOLMES W., JONES J. G. W., DRAKE-BROCKMAN R. M., WHITE N., 1965. The feed intake of milk cows. I. Intake of winter rations during pregnancy and lactation and the influence of change to pasture. *Anim. Prod.*, **7**, 27-37.
- HOLMES W., JONES J. G. W., 1965. The feed intake of milk cows. II. The effect of roughage quality during late pregnancy and lactation. *Anim. Prod.*, **7**, 39-51.
- HOSKING Z. D., LINE C., 1956. Comparison of two methods for the controlled grazing of dairy cows. *J. Brit. Grassl. Soc.*, **11**, 190.
- HUTTON J. B., 1962. The maintenance requirements of New Zealand dairy cattle. *Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.*, **22**, 12-34.
- HUTTON J. B., 1962. Studies of the nutritive value of New Zealand dairy pastures. II. Herbage intake and digestibility studies with dry cattle. *N. Z. J. Agric. Res.*, **5**, 409-424.
- HUTTON J. B., 1963. The effect of lactation on intake in the dairy cow. *Proc. N-Z. Soc. Anim. Prod.*, **23**, 39.
- JARRIGE R., JOURNET M., 1959. Production laitière et pâturage des prairies temporaires. *Bull. tech. Inf.*, n° 145.
- JOURNET M., POUTOUS M., CALOMITI S., 1955. Appétit de la vache laitière. I. Variations individuelles des quantités d'aliments ingérées. *Ann. Zootech.*, **14**, 5-38.
- LEHMANN F., 1941. Traduit par VOISIN, 1952. La théorie du ballast. *Ann. Zootech.*, suppl. **1**, 97-121.
- McLUSKY D. S., 1955. The quantities of herbage eaten by grazing dairy cows. *Proc. Brit. Soc. Anim. Prod.*, 45-51.
- WAITE R., HOLMES W., CAMPBELL J. I., FERGUSSON D. L., 1950. Studies in grazing managements. II. The amount and chemical composition of herbage eaten by dairy cattle under close folding and rotational methods of grazing. *J. Agric. Sci.*, **40**, 392.
- WAITE R., HOLMES W., BOYD J., 1952. Studies in grazing management. V. Further determination of the nutrient intake of dairy cows under close folding and rotational methods of grazing. *J. Agric. Sci.*, **42**, 314.
- WALLACE L. B., 1956. The intake and utilization of pasture by grazing dairy cattle. *Proc. 7th Intern. Grassland Congress*, p. 134.