

Quantités ingérées et activités alimentaires comparées des ovins, bovins et caprins recevant des fourrages conservés avec ou sans aliment concentré. I. Etude descriptive

JP Dulphy *, B Carle, C Demarquilly

avec la collaboration technique de L l'Hôtelier, G Moins et A Ollier

*INRA-CRZV de Theix, station de recherches sur la nutrition des herbivores,
63122 Ceyrat, France*

(Reçu le 18 décembre 1989; accepté le 20 mai 1990)

Résumé — Les quantités de matière sèche ingérées, les activités alimentaires (durée d'ingestion, durée unitaire d'ingestion, nombre de repas par jour, durée des grands repas) et les activités méryciques (durée de rumination, durée unitaire de rumination et temps de latence après les grands repas) ont été comparées pour 5 types d'animaux : béliers castrés, brebis taries, chèvres taries, taurillons et vaches laitières. Quatre fourrages ont été distribués : ensilage de maïs, foin précoce, foin tardif et ensilage d'herbe, seuls ou avec 30% d'aliment concentré.

Les quantités moyennes ingérées par les 5 types d'animaux ont été égales respectivement à 62,7, 61,6, 61,0, 79,7 et 116 g de MS/kg P^{0,75}. Les durées journalières d'ingestion des fourrages ont varié de 214 min/j pour les béliers à 337 pour les vaches, les durées unitaires de 3,67 min/(g/kg P^{0,75}) pour les vaches à 5,41 pour les chèvres, le nombre de repas par jour de 6,3 pour les moutons à 9,2 pour les vaches et la durée des grands repas (ceux suivant les 2 distributions de fourrage) de 61 min pour les brebis à 94 pour les vaches.

La variabilité des paramètres caractérisant les activités alimentaires est toujours très élevée : coefficients de variation allant de 12 à 27%.

Lors de chacun des grands repas, les quantités ingérées représentent 30 à 34% des quantités journalières ingérées.

Les durées journalières de rumination des rations ont été comprises entre 383 min/j pour les taurillons et 510 pour les béliers et les vaches, les durées unitaires de rumination des fourrages ont varié de 5,46 min/(g/kg P^{0,75}) pour les vaches à 10,02 pour les béliers et les temps de latence de 26 min pour les vaches à 65 pour les chèvres.

La durée journalière de mastication est, au même titre que les quantités ingérées, le paramètre dont la variabilité est la plus faible : 10% en moyenne. Elle varie de 644 min/j pour les chèvres à 848 pour les vaches.

L'ensemble des résultats obtenus est discuté et il en ressort les conclusions suivantes : — pour arriver à un niveau d'ingestion donné, les différents individus d'un groupe et les différentes espèces de ruminants peuvent s'organiser très différemment; — l'étude des activités alimentaires est une approche nécessaire pour l'étude de la régulation des quantités ingérées; — les relations entre les différents paramètres enregistrés restent à étudier.

ingestion / rumination / ovine / bovine / caprine

* Correspondance et tirés à part.

Summary — A comparative study of feed intake and feeding activities in sheep, cattle and goats receiving stored forages with or without feed concentrate supplementation. I. A descriptive study. The level of feed intake, feeding activities (daily time spent eating, unitary eating time, number of meals per day, time spent eating large meals) and ruminating-chewing activities (daily time spent ruminating, unitary rumination time, eating pause after large meals) were compared in 5 types of animals: castrated rams, dried ewes, dried goats, young bulls and dairy cows. Four forages were used: maize silage, early hay, late hay and grass silage alone or with 30% feed concentrate.

The mean levels of intake for the 5 types of animals were 62.7, 61.6, 61.0, 79.7 and 116 g DM/kg $W^{0.75}$. The daily time spent eating ranged from 214 min/d for rams to 337 for cows, the unitary eating time from 3.67 min/(g/kg $W^{0.75}$) for cows to 5.41 for goats, the number of meals per day from 6.3 for sheep to 9.2 for cows and the time spent eating large meals (after the 2 forage feedings) from 61 min for ewes to 94 for cows. The variability of the parameters characterizing the feeding activities was always very high with variation coefficients from 12 to 27%.

The amount eaten during large meals represented 30–34% of the daily feed intake.

The daily time spent ruminating ranged from 383 min/d for young bulls to 510 for rams and cows, the unitary rumination time ranged from 5.46 min/(g/kg $W^{0.75}$) for cows to 10.02 for rams and the eating pause from 26 min for cows to 65 for goats.

The daily time spent chewing, as the amounts ingested, showed the lowest variability, ie on an average 10%. It varied from 644 min/d for goats to 848 min for cows.

Results were discussed and the following conclusions drawn :

- to reach a given level of feed intake, the individuals of a group and the ruminant species may proceed differently;
- studying feeding activities is a necessary approach for in order to study the regulation of feed intake;
- the relationships between the different measured parameters remain to be established.

feed intake / rumination / sheep / cattle / goats

INTRODUCTION

Les différences de quantités ingérées et de digestibilité entre les ovins et les caprins d'une part (Brown et Johnson, 1984), entre les ovins et les bovins d'autre part (Chenost et Martin-Rosset, 1985) sont relativement bien connues. Des études se poursuivent d'ailleurs sur ce thème (Huston *et al*, 1986; Masson, Alrahmoun et Tisserand, 1986; Mc Cabe et Barry, 1988). Les causes des différences constatées ont aussi été largement discutées (Ellis *et al*, 1988).

En revanche, il existe peu d'études comparatives sur les activités alimentaires d'animaux d'espèces différentes recevant les mêmes fourrages. Or, par rapport aux problèmes posés par la régulation des

quantités ingérées, l'étude des activités alimentaires présente deux aspects intéressants. Ces activités sont tout d'abord le reflet de l'action des facteurs internes agissant sur l'appétit et déterminant en particulier le début et la fin des repas. Lorsque la régulation de l'appétit est plutôt d'ordre physique (Conrad *et al*, 1964), l'observation des activités d'ingestion indique les moments où l'état de réplétion du rumen atteint son maximum. Par ailleurs la mastication lors de l'ingestion et surtout de la rumination permettent la réduction de la taille des particules alimentaires nécessaires à leur digestion et à leur transit.

Pour couvrir leurs besoins, les différentes espèces animales peuvent avoir des activités alimentaires organisées différemment. De même, l'ingestion d'aliments

différents peut engendrer des réactions différentes. Dans les 2 cas, les observations faites peuvent aider à mieux comprendre le rôle des mécanismes mis en jeu pour la régulation des quantités ingérées. Par exemple, ces observations doivent permettre de répondre à certaines questions telles que l'effet de la durée de rumination comme facteur limitant les quantités journalières ingérées ou bien l'importance du ou des grands repas pour ces quantités ingérées.

Pour expliquer les mécanismes de régulation des quantités ingérées d'une espèce à l'autre, l'étude des activités alimentaires et méryciques est donc un moyen privilégié (Dulphy et Faverdin, 1987). C'est pourquoi nous avons, sur des fourrages très différents, entrepris une telle comparaison. Si quelques études comparatives ont déjà été publiées (Ruckebusch et Bost, 1963; Geoffroy, 1974; Dulphy et Michalet-Doreau, 1983; Dulphy *et al*, 1984; Focant, 1984 et 1986), il faut reconnaître que les résultats bibliographiques sur le sujet sont rares.

Nous avons alors mis en place une série de comparaisons qui ont porté sur 5 types d'animaux et 4 fourrages. Les animaux comparés ont été des ovins (béliers castrés et femelles taries), des bovins (taurillons et vaches laitières) et des caprins (femelles taries). Les 4 fourrages étaient des ensilages (maïs et herbe) et des foin (un précoce et un tardif) distribués à l'auge, seuls ou avec un aliment concentré (30% de la ration).

Le présent travail donne une description détaillée du protocole expérimental et des résultats issus de ces comparaisons dont une partie a déjà été publiée antérieurement (Dulphy *et al*, 1979; Carle et Dulphy, 1980; Dulphy et Carle, 1986).

L'analyse des liaisons entre paramètres et le problème posé par la comparaison

d'espèces de poids vif très différent feront l'objet d'une autre publication.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Animaux expérimentaux

Nous avons utilisé simultanément :

- des béliers adultes castrés de race Texel âgés de 2 à 4 ans (= moutons standard);
- des brebis de race Limousine après leur tarissement, non gestantes, âgées de 4–6 ans et maigres;
- des chèvres de race Alpine, non gestantes et taries, âgées de 5–6 ans;
- des taurillons «broûtarde» de race Charolais x Salers ou Limousin x Salers, âgés de 1 an;
- des vaches laitières gestantes, de race Holstein, âgées de 3–9 ans, produisant en moyenne 11 kg de lait en fin de lactation (en moyenne la 3^e).

Tous ces animaux ont été adaptés à leur cage avant les mesures. Ils étaient 6 par lot, différents pour chaque fourrage, et traités contre les parasites digestifs avant l'étude de chacun de ces fourrages. Compte tenu de quelques défécations en cours d'essai, le nombre moyen d'animaux utilisables par lot a été égal à 5,5.

Pendant les mesures, les chaleurs des brebis ont été évitées au moyen d'éponges vaginales imprégnées de PMSG. Les chèvres n'ont pu être utilisées pour le premier fourrage (ensilage de maïs).

L'âge et le poids vif des animaux utilisés sont donnés dans le tableau I.

Fourrages

Nous avons étudié 4 fourrages dont la nature et la digestibilité ont été volontairement choisies très différentes :

- un ensilage de maïs (plante entière), récolté au stade pâteux-vitreux, finement haché (5–10 mm) additionné d'urée, pour partie lors de la mise en silo et pour partie à l'auge;

Tableau I. Principales caractéristiques des animaux utilisés.

	Age (mois)	Poids vif (kg)
Moutons	33	66
Brebis	58	56
Chèvres	68	47
Taurillons	11	356
Vaches	63	557

Tableau II. Caractéristiques fermentaires des ensilages (g/kg MS sauf pH et NH₃).

	Ensilage de maïs	Ensilage d'herbe
pH	3,88	4,16
N-NH ₃ % N total	10,6	8,2
Acide lactique	59	86
Acide acétique	14	32
Acide propionique	0,5	2,2
Acide butyrique	0,1	2,8
Alcools	7,6	16,2

– un foin de ray-grass d'Italie au 1^{er} cycle, récolté au stade début épiaison, séché 24 h au sol puis en grange;

– un foin de fléole au 1^{er} cycle, récolté au stade floraison dans de bonnes conditions climatiques;

– un ensilage d'herbe (ray-grass d'Italie + graminées diverses) au 1^{er} cycle, récolté au stade fin montaison, en coupe fine (10–15 mm) directe, et additionné de 3,5 l/tonne d'acide formique.

Les caractéristiques fermentaires des ensilages sont données dans le tableau II. Dans le tableau III est donnée la composition chimique des 4 fourrages offerts.

Conduite de l'étude

Les animaux ont toujours reçu en même temps le même régime, d'abord le fourrage seul puis le

fourrage avec 30% de concentré, sauf pour le foin de fléole pour lequel il y a eu inversion entre les 2 rations. Il y a donc eu au total 8 périodes expérimentales qui se sont succédées dans le temps.

Afin que l'azote ne soit jamais un facteur limitant de la digestion dans le rumen, les fourrages distribués seuls ont été supplémentés :

– avec 0,6% d'urée et 0,6% de minéraux pour l'ensilage de maïs;

– avec 6% de tourteau d'arachide pour les foins.

L'aliment concentré contenait 25% de tourteau de soja, 30% d'orge, 42,5% de maïs et 2,5% de minéraux.

Tableau III. Composition chimique des aliments distribués.

	Ensilage de maïs	Foins de		Ensilage d'herbe	Aliment concentré	Tourteau d'Arachide
		ray-grass	fléole			
Teneur en MS (g/kg)	340	886	876	185	885	920
Teneur en g/kg MS						
– cendres	53	78	47	96	53	68
– MAT	102	83	98	186	211	483
– CB	169	285	369	278	42	125
– amidon	384	–	–	–	567	–

Tous les animaux ont reçu également une complémentation minérale et disposaient à volonté d'eau et de pierre à sel.

Chacune des 8 périodes de l'étude a duré 21 j : 16 j pour mettre les animaux en régime et 5 j de mesures. Les fourrages ont été distribués en 2 repas (à 8 h et 16 h). Dans le cas des rations mixtes, l'aliment concentré a été distribué 30 min avant le fourrage.

Chez les petits ruminants, l'influence du tri a été limitée par le hachage des foin. Pour l'ensemble des animaux, qui étaient nourris à volonté, on a recherché un niveau de refus de l'ordre de 10%.

Mesures

Les quantités d'aliment offertes ont été pesées chaque jour, ainsi que les refus et les fèces le lendemain matin. Les teneurs en MS ont aussi été mesurées chaque jour, dans des étuves ventilées à 80 °C pendant 24 à 48 h. Celles des ensilages ont été corrigées pour les pertes à l'étuve (Dulphy et Demarquilly, 1981). La digestibilité *in vivo* de tous les régimes a été mesurée : elle est donnée, à titre d'information, tableau IV.

Les activités alimentaires et méryciques ont été enregistrées à l'aide d'un ballonnet rempli de mousse et maintenu par un licol en position sous-maxillaire (Ruckebusch, 1963). La lecture des tracés a été réalisée selon la méthode décrite par Dulphy (1971). Il en est de même pour le mode d'expression des résultats en durées unitaires. Malheureusement, les enregistrements pour les taurillons n'ont concerné que les 2 premiers fourrages car les animaux supportaient mal leur collier. Lors du dépouillement, les temps passés à ingérer l'aliment concentré n'ont pas été pris en compte car ils étaient très faibles.

En outre, pour tous les animaux sur les 6 premiers régimes, on a mesuré les quantités ingérées lors du grand repas du matin et donc la durée unitaire d'ingestion lors de ce grand repas.

Analyses

Les constituants de la matière sèche (offert, refus et fèces) ont été analysés de façon systématique sur les aliments étudiés pour chaque période et pour chaque lot d'animaux. Les cendres ont été obtenues après incinération à

Tableau IV. Digestibilité de la matière organique des régimes étudiés (%).

	Moutons	Brebis	Chèvres	Taurillons	Vaches
Ensilage de maïs					
– seul (avec urée)	71,8	73,3	–	70,0	71,6
– + 30% concentré	72,5	77,5	–	71,4	74,5
Foin de ray-grass					
– + 6% T arachide	67,9	71,1	67,9	73,7	74,6
– + 30% concentré	70,7	72,6	72,4	73,2	74,6
Foin de fléole					
– + 6% T arachide	55,6	56,7	57,8	64,1	63,3
– + 30% concentré	60,5	62,8	62,9	67,9	68,4
Ensilage d'herbe					
– seul	74,0	77,8	74,3	76,4	80,5
– + 30% concentré	77,3	79,0	77,9	77,0	80,0
Coefficient de variation moyen interindividuel (%)	2,3	2,8	2,0	3,2	1,5

550 °C, les matières azotées (MAT) par la méthode de Kjeldhal (N x 6,25), la cellulose brute par la méthode Weende et l'amidon par la méthode de Thivend *et al* (1965).

Statistiques

Les résultats des différents paramètres enregistrés ont été soumis à une analyse de variance par le programme SAS (*General Linear Models Procedure*).

RÉSULTATS

Quantités de matière sèche (MS) ingérées

Les quantités journalières de MS ingérées figurent dans le tableau V. Intra-lot, le coefficient de variation des résultats est égal, en moyenne, à 9,5%. On note la plus forte homogénéité pour les vaches et la plus forte hétérogénéité d'un individu à l'autre pour les brebis.

L'effet du type de fourrage ne nous intéresse pas directement. Relevons simplement que, comme souhaité, le foin de fléole a été relativement mal ingéré (61,7 g de MS/kg P^{0,75}, dont 6% de tourteau) alors que le foin de ray-grass (75,5 g, dont 6% de tourteau) et l'ensilage d'herbe (77,3 g) ont été bien ingérés. L'ensilage de maïs a été intermédiaire, avec une ingestibilité relativement élevée chez les bovins, mais faible pour les béliers castrés.

Les taux moyens de substitution fourrage/concentré ont été égaux à 0,76 pour l'ensilage de maïs, 0,74 pour l'ensilage d'herbe, 0,41 pour le foin de fléole et 0,37 pour le foin de ray-grass, ce en excluant des calculs les chèvres qui n'ont pas reçu l'ensilage de maïs.

Pour l'ensemble des 8 rations étudiées, les quantités ingérées par les béliers castrés et les brebis taries sont très proches (62,7 contre 61,6 g de MS/kg P^{0,75}). Dans les mêmes conditions, les taurillons ont ingéré 79,7 g et les vaches laitières 116 g.

Tableau V. Quantités de MS ingérées (g/kg P^{0,75}).

	Moutons	Brebis	Chèvres	Taurillons	Vaches
Ensilage de maïs					
– seul (avec urée)	49,8	65,5	–	79,0	113,3
– + 30% concentré	57,7	63,3	–	84,6	129,2
Foin de ray-grass					
– + 6% T arachide	62,3	52,5	75,0	76,8	110,8
– + 30% concentré	71,2	73,7	76,0	77,4	142,8
Foin de fléole					
– + 6% T arachide	55,2	48,6	48,3	69,0	87,2
– + 30% concentré	66,9	58,5	54,4	76,6	102,0
Ensilage d'herbe					
– seul	67,4	61,6	57,5	83,9	116,1
– + 30% concentré	71,2	68,7	54,6	90,2	126,7
Coefficient de variation moyen interindividuel (%)	9,4	13,7	9,5	8,3	6,8

Les taux moyens de substitution ont été égaux à 0,54 pour les béliers, 0,50 pour les brebis, 0,78 pour les taurillons et 0,46 pour les vaches.

Avec les 6 régimes reçus en commun, les chèvres ont ingéré 61 g de MS/kg P^{0,75} contre 65,7 g pour les moutons, valeurs significativement différentes. On note néanmoins des valeurs moyennes très proches pour les fourrages seuls (60,3 contre 61,6 g), mais des taux de substitution plus élevés chez les chèvres (0,89) que chez les béliers (0,54) entraînant une baisse plus importante des quantités ingérées chez les chèvres que chez les moutons. Pour terminer, notons que les quantités d'aliments ingérées ont, en moyenne, largement couvert les besoins d'entretien des animaux : + 80% par rapport à leurs besoins d'entretien pour les béliers, les brebis et les taurillons; + 35% pour les chèvres; + 150% pour les vaches laitières.

Activités d'ingestion (tableaux VI, VII, VIII)

Durée journalière

Ce paramètre présente une variabilité élevée : coefficients de variation intralot égaux respectivement à 17% pour les

ovins, 15% pour les chèvres, 14% pour les taurillons et 12% pour les vaches.

On peut comparer les fourrages (2 rations à chaque fois) en regroupant les résultats obtenus sur béliers, brebis et vaches. Dans ces conditions, les durées d'ingestion sont faibles pour l'ensilage d'herbe (223 min/j) et l'ensilage de maïs (230 min/j), intermédiaires pour le foin de ray-grass (272 min/j) et élevées pour le foin de fléole (330 min/j).

Pour les 8 régimes, le temps passé à ingérer par les vaches est significativement supérieur à celui passé par les béliers et les brebis, le temps pour ces dernières étant significativement supérieur à celui des béliers (tableau VI). Pour les régimes qui leur étaient communs, les chèvres et les taurillons ont passé respectivement 15 et 27% de temps en plus que les béliers à ingérer chaque jour (différences significatives), mais 30 et 9% en moins que les vaches.

En présence d'aliment concentré la durée d'ingestion des fourrages a baissé significativement de 23%.

Durée unitaire

Ce paramètre présente aussi une très grande variabilité : coefficient de variation

Tableau VI. Activités comparées d'ingestion et de rumination entre les moutons, les brebis et les vaches (8 régimes) – écart type ().

	Moutons		Brebis		Vaches	
Quantités ingérées (g MS/kg P ^{0,75})	62,7	(5,9) ^a	61,6	(8,6) ^a	116,0	(7,9) ^b
Durée journalière d'ingestion (min)	214	(37) ^a	240	(41) ^b	337	(41) ^c
Durée unitaire d'ingestion (min/g/kg P ^{0,75})	4,21	(0,56) ^a	4,87	(1,04) ^b	3,67	(0,53) ^c
Nombre de repas par jour	6,3	(1,7) ^a	8,2	(1,9) ^b	9,2	(1,6) ^c
Durée des grands repas (min)	69	(13) ^a	61	(14) ^b	94	(14) ^c
Durée journalière de rumination (min)	510	(67) ^a	482	(57) ^b	510	(43) ^a
Durée unitaire de rumination (min/g/kg P ^{0,75})	10,02	(1,19) ^a	9,71	(1,24) ^a	5,46	(0,44) ^b
Temps de latence (min)	56	(24) ^a	59	(21) ^a	26	(12) ^b
Durée journalière de mastication (min)	724	(85) ^a	722	(70) ^a	848	(61) ^b
Durée unitaire de mastication (min/g/kg P ^{0,75})	14,22	(1,32) ^a	14,57	(1,84) ^a	9,13	(0,80) ^b

intra-lot égaux respectivement à 13% pour les béliers et les taurillons, 14% pour les vaches, 21% pour les brebis et 22% pour les chèvres.

Toujours en ne prenant en compte que 3 catégories d'animaux, les durées unitaires d'ingestion ont été respectivement égales à 3,65 min/(g/kg P^{0,75}) pour l'ensilage de maïs, 4,19 pour le foin de ray-grass, 6,09 pour le foin de fléole et 3,06 pour l'ensilage d'herbe. Il y a donc eu de grosses différences d'un fourrage à l'autre.

D'un type d'animal à l'autre les temps passés à ingérer 1 g de MS/kg P^{0,75} ont été significativement différents (tableau VI). Par rapport aux béliers, on a observé des valeurs supérieures de 16% pour les brebis et 34% pour les chèvres, mais inférieures de 3% (NS) pour les taurillons et de 13% pour les vaches.

Lorsque les animaux ont reçu l'aliment concentré, la durée unitaire d'ingestion des fourrages a baissé significativement en moyenne de 8%.

Nombre de repas de fourrage

Les coefficients de variation intra-lot du nombre de repas de fourrage par jour va-

rient de 17–18% pour les bovins à 23–24% pour les brebis et les chèvres et à 27% pour les béliers castrés.

Il existe peu de différences entre les fourrages, les nombres de repas étant respectivement 8,0 pour l'ensilage de maïs, 7,1 pour le foin de ray-grass, 7,3 pour le foin de fléole et 9,2 pour l'ensilage d'herbe.

Ce sont les béliers qui ont fait le moins de repas par jour (6,3). Toutes les autres catégories d'animaux en ont fait plus : augmentations significatives de 30% pour les brebis, 23% pour les chèvres, 33% pour les taurillons et de 46% pour les vaches.

L'apport de concentré n'a pas modifié significativement le nombre de repas de fourrage par jour (– 3% seulement).

Durée des grands repas

Les grands repas sont ceux qui suivent les 2 distributions journalières de fourrage. Les coefficients de variation intra-lot de leur durée sont respectivement égaux à 14,5% pour les bovins, 19% pour les béliers, 22% pour les brebis et les chèvres.

Il existe entre les fourrages des différences notables avec des valeurs élevées pour les foins (valeurs identiques et égales en moyenne à 92 min), faibles pour l'ensi-

Tableau VII. Activités comparées d'ingestion et de rumination entre les moutons, les brebis et les chèvres (6 régimes) (2 foins + ensilage d'herbe) – écart type ().

	<i>Moutons</i>	<i>Brebis</i>	<i>Chèvres</i>	
Quantités ingérées (g MS/kg P ^{0,75})	65,7 ^a	60,6 ^b	61,0 ^b	
Durée journalière d'ingestion (min)	214 ^a	259 ^b	247 ^b	(38)
Durée unitaire d'ingestion (min/g/kg P ^{0,75})	4,03 ^a	5,37 ^b	5,41 ^b	(1,18)
Nombre de repas par jour	6,4 ^a	9,0 ^b	7,9 ^c	(1,9)
Durée des grands repas (min)	67 ^{ab}	62 ^b	68 ^a	(15)
Durée journalière de rumination (min)	519 ^a	494 ^a	397 ^b	(59)
Durée unitaire de rumination (min/g/kg P ^{0,75})	9,77 ^a	10,20 ^a	8,14 ^b	(1,68)
Temps de latence (min)	45 ^a	43 ^a	65 ^b	(28)
Durée journalière de mastication (min)	734 ^a	752 ^a	644 ^b	(74)
Durée unitaire de mastication (min/g/kg P ^{0,75})	13,79 ^a	15,57 ^b	13,19 ^a	(2,16)

Tableau VIII. Activités comparées d'ingestion et de rumination entre les moutons, les taurillons et les vaches (4 régimes) (ensilage de maïs et foin de ray-grass) – écart type ().

	<i>Moutons</i>	<i>Taurillons</i>	<i>Vaches</i>
Quantités ingérées (g MS/kg P ^{0,75})	61,0 ^a	80,4 ^b	124,7 ^c
Durée journalière d'ingestion (min)	223 ^a	284 ^b (38)	311
Durée unitaire d'ingestion (min/g/kg P ^{0,75})	4,50 ^a	4,31 ^a (0,59)	3,04 ^b
Nombre de repas par jour	5,7 ^a	7,6 ^b (1,3)	9,5 ^c
Durée des grands repas (min)	80 ^a	88 ^b (13)	100 ^b
Durée journalière de rumination (min)	515 ^a	383 ^b (57)	485 ^c
Durée unitaire de rumination (min/g/kg P ^{0,75})	10,48 ^a	5,88 ^b (0,85)	4,76 ^c
Temps de latence (min)	66 ^a	47 ^b (18)	35 ^c
Durée journalière de mastication (min)	738 ^a	667 ^b (72)	796 ^c
Durée unitaire de mastication (min/g/kg P ^{0,75})	14,97 ^a	10,20 ^b (1,10)	7,80 ^c

lage d'herbe (44 min) et intermédiaires pour l'ensilage de maïs (70 min).

Les 3 types de petits ruminants donnent des résultats peu différents (66 min en moyenne). Ceux des taurillons et des vaches sont significativement différents entre eux et supérieurs de 10% et de 36% à ceux des moutons.

Enfin, l'effet de l'aliment concentré a été important : baisse significative de 30% (17 min) de la durée des grands repas de fourrage.

Quantités ingérées et durée unitaire d'ingestion lors des grands repas

Les quantités moyennes de MS de fourrage ingérées lors des grands repas du matin figurent, dans le tableau IX. Elles représentent 30 à 34% des quantités de fourrage ingérées par jour.

Les durées unitaires d'ingestion, lors de ces grands repas, sont égales à 4,50 min/(g/kg P^{0,75}) contre 4,70 au niveau de l'ensemble des repas. La différence n'est pas significative. Ces durées unitaires ont été

comparables pour l'ensilage de maïs et le foin de ray-grass (en moyenne 3,97 min/(g/kg P^{0,75}) et plus élevées pour le foin de fléole (5,38 min/(g/kg P^{0,75})).

Pour les fourrages étudiés, béliers et brebis donnent des résultats comparables. Les chèvres ont une durée unitaire d'ingestion supérieure de 7,5% à celles des moutons et les vaches une durée inférieure de 23%.

Enfin, lorsque ces animaux reçoivent de l'aliment concentré, le paramètre étudié augmente de 10% (vitesse d'ingestion plus faible).

Activités de rumination (tableaux VI, VII, VIII)

Durée journalière

Par rapport aux paramètres présentés plus haut, la durée journalière de rumination ne varie que modérément d'un individu à l'autre dans un lot : coefficient de variation de 8,5% pour les vaches, 12 pour les brebis, 13 pour les béliers, 15 pour les chèvres et les taurillons.

Tableau IX. Quantités de MS de fourrage ingérées et durée unitaire d'ingestion lors des grands repas du matin – 6 régimes – (ensilage de maïs + 2 foins).

	<i>Moutons</i>	<i>Brebis</i>	<i>Chèvres</i>	<i>Taurillons</i>	<i>Vaches</i>
Quantités ingérées (g MS/kg P ^{0,75})	17,1	14,9	15,3	20,8	29,7
Durée unitaire d'ingestion (min/g/kg P ^{0,75})	4,85	4,75	5,21	3,79	3,72
Proportion de fourrage ingérée	34	30	30	32	31

Les valeurs obtenues pour les différents fourrages varient entre 445 min pour l'ensilage de maïs, 487 pour l'ensilage d'herbe, 518 pour le foin de fléole et 553 pour le foin de ray-grass.

Les béliers et les vaches ont ruminé pendant 510 min/j. Cette valeur a été plus faible de 5% (S)* pour les brebis, de 23% (S) pour les chèvres et de 26% (S) pour les taurillons.

L'apport d'aliment concentré a fait baisser significativement la durée journalière de rumination de 7,2% (35 min/j).

Durée unitaire

Le coefficient de variation de ce paramètre varie assez nettement d'un animal à l'autre : de 8% pour les vaches à 12% pour les béliers, 13% pour les brebis, 14% pour les taurillons et 21% pour les chèvres.

Les valeurs trouvées pour les différents fourrages sont égales respectivement à 7,68 min/(g/kg P^{0,75}) pour l'ensilage de maïs, 8,83 pour le foin de ray-grass, 9,90 pour le foin de fléole et 7,17 pour l'ensilage d'herbe.

Ce sont les béliers qui ont mis le plus de temps à ruminer par g de MS ingérée (10 min/(g/kg P^{0,75}). Les valeurs enregistrées sont plus faibles de 3% pour les bre-

bis (NS), 17% pour les chèvres (S), 44% pour les taurillons (S) et de 46% pour les vaches (S).

Nous avons considéré que l'aliment concentré ne nécessitait pas de rumination. On note cependant que le paramètre étudié augmente de 12% lorsque les animaux reçoivent ce concentré.

Temps de latence

Entre la fin de chaque grand repas et le début de la rumination il existe un temps de latence que nous avons systématiquement mesuré. La variabilité de ce paramètre est extrêmement grande : coefficients de variation compris entre 36 et 46%.

L'effet du type de fourrage est important : 87 min pour l'ensilage de maïs, 28 pour le foin de ray-grass, 22 pour le foin de fléole et 51 pour l'ensilage d'herbe.

Il y a aussi de grandes différences entre les types d'animaux. Béliers et brebis ont le même temps de latence, mais ce temps augmente de 44% chez les chèvres (S) et il baisse de 29% chez les taurillons (S) et de 54% chez les vaches (S).

Enfin, l'apport de concentré augmente significativement de 45% ce temps de latence (+ 18 min).

Activités de mastication

Durée journalière

La variabilité de ce paramètre est relativement faible et comparable à celle des quantités journalières ingérées : coefficient de variation intralot de 11,7% pour les béliers, 9,8% pour les brebis, 11,5% pour les chèvres, 10,8% pour les taurillons et 7,2% pour les vaches.

En moyenne, les valeurs pour les foins sont comparables : 825 min/j pour le ray-grass et 849 pour la fléole. Ces valeurs sont beaucoup plus faibles pour les ensilages : 675 min/j pour l'ensilage de maïs et 710 pour l'ensilage d'herbe.

Les béliers et les brebis ont passé le même temps à mastiquer. Les vaches laitières ont passé 17% de temps en plus (S), mais les chèvres 12% en moins (S) et les taurillons 10% (S).

Enfin, lorsque les régimes comportaient de l'aliment concentré, la durée journalière de mastication a diminué significativement de 13%.

Durée unitaire

Les coefficients de variation de ce paramètre vont de 9% pour les vaches et les béliers à 11% pour les taurillons, 13% pour les brebis et 16% pour les chèvres. Il y a de gros écarts entre fourrages, les valeurs moyennes étant respectivement égales à 11,32 min/(g/kg P^{0,75}) pour l'ensilage de maïs, 13,02 pour le foin de ray-grass, 16,00 pour le foin de fléole et 10,23 pour l'ensilage d'herbe.

Les résultats obtenus pour les béliers et les brebis sont comparables (+ 2,5% seulement pour les brebis par rapport aux béliers). Les chèvres passent 4,5% de leur temps en moins (NS) que les béliers à mastiquer 1 g de MS ingéré, les taurillons 32% en moins (S) et les vaches 36% (S).

Enfin, l'apport d'aliment concentré a un léger effet dépressif sur l'efficacité de la mastication du fourrage car il augmente de 5,6% le temps passé à mastiquer 1 g de MS ingéré/kg P^{0,75}.

DISCUSSION

Quantités ingérées

Avant de discuter les résultats concernant les activités alimentaires et méryciques des animaux il est nécessaire de savoir quelle est la validité des quantités ingérées enregistrées.

D'après Bocquier *et al* (1988), les brebis taries pesant 60 kg, ont une capacité d'ingestion qui décroît de 1,9 à 1,6 UEM lorsque leur note d'état physiologique passe de 2 (maigres) à 4 (grasses). Les brebis utilisées ici étaient plutôt maigres. Elles auraient donc dû ingérer un peu plus que les moutons dont la capacité d'ingestion théorique est de 1,62 UEM pour le même poids (Demarquilly *et al*, 1978). Cela a effectivement été le cas avec l'ensilage de maïs, mais pas avec les autres fourrages. Il est possible que le maintien des brebis dans les cages à métabolisme ait limité leur appétit, de plus, étant maigres au début de chaque période, elles se sont engraisées rapidement, ce qui a dû concourir aussi à limiter leur appétit. Finalement, la comparaison des activités alimentaires des brebis et des béliers castrés est intéressante puisqu'elle est effectuée à même niveau d'ingestion.

Dans nos essais, les chèvres taries ont ingéré un peu moins que les ovins. Geoffroy (1974), pour 5 rations, trouve 56 g de MS/kg P^{0,75} pour les chèvres contre 60 pour les béliers (différence non significative), soit une tendance comparable à la

nôtre. D'autres essais vont dans ce sens (Quick et Dehority, 1986; Masson *et al*, 1986) alors que Mc Cabe et Barry (1988) et Howe *et al* (1988) trouvent l'inverse. A partir d'une revue bibliographique, Brown et Johnson (1984) considèrent cependant que les moutons ingèrent plus que les chèvres, sauf pour les fourrages de mauvaise qualité. Howe *et al* (1988) concluent que les quantités ingérées de ces espèces sont comparables pour les fourrages classiques, les chèvres ingérant beaucoup mieux les feuillages. Finalement, la tendance que nous avons enregistrée n'est pas en désaccord avec la bibliographie. Elle pourrait cependant être liée aussi aux contraintes imposées aux chèvres pour les mesures (Mac Farlane, 1982).

D'après Geay et Micol (1988) les taurillons utilisés ont une capacité d'ingestion de 6,6 à 7,0 UEB. Nos calculs donnent des valeurs d'environ 7,6 UEB, ce qui montre que les animaux utilisés ont ingéré plus que prévu.

Enfin d'après Hoden *et al* (1988), les vaches auraient une capacité d'ingestion de 14,8 UEL. Nous trouvons 13,6 UEL, ce qui, à l'inverse de ce qui est observé sur taurillons, est faible et dû probablement à l'état d'engraissement relativement élevé des animaux utilisés.

Les taux de substitution varient dans le même sens que l'excès des apports énergétiques par rapport aux besoins (Faverdin *et al*, 1990). Il y a donc cohérence avec cette théorie pour les 4 fourrages. En revanche, par rapport à ce qu'on trouve habituellement (Dulphy *et al*, 1987), le taux de substitution est plutôt faible dans nos essais pour les béliers et plus élevé pour les taurillons.

Il existe donc quelques divergences entre les quantités ingérées habituellement et celles trouvées pour les rations étudiées. Ceci n'est cependant pas trop

grave dans la mesure où les activités alimentaires et méryciques observées ne sont discutées que par rapport aux quantités ingérées réellement obtenues.

Les quantités ingérées présentées sont calculées par rapport au poids métabolique ($PV^{0,75}$) tel qu'il est classiquement défini. Il est admis que la définition retenue est adaptée à la comparaison des animaux d'un même type. Il nous faudra vérifier la validité de ce mode d'expression du poids lorsqu'on compare des animaux d'espèces différentes. Ce point sera discuté dans la deuxième partie de ce travail ayant trait en particulier à l'influence du poids vif sur les paramètres enregistrés.

Enfin, il faut souligner un autre point concernant les quantités ingérées, ce sont les variations individuelles. On observe une tendance assez nette à ce que ces variations soient faibles pour les vaches et élevées pour les petits ruminants. Cela traduit des différences d'homogénéité des animaux, liées probablement à leur sélection plus ou moins poussée. Pour les vaches, nous observons un coefficient de variation de 6,8%, proche de celui trouvé par Dulphy *et al* (1989), soit 6,6% et Faverdin *et al* (1987), soit 7,8%. Nous avons trouvé 8,5% pour les génisses et obtenons 8,3% dans ce travail pour les taurillons. Les valeurs pour les béliers et les chèvres sont identiques. Cependant, le nombre de chèvres conservées par lot a été un peu plus faible que pour les béliers (en moyenne 4,83 contre 5,37). La valeur moyenne de 13,7% pour les brebis est en revanche très élevée (5 brebis conservées par lot).

Répartition des activités alimentaires

Il y avait 2 distributions d'aliments par jour, suivies à chaque fois d'un grand repas. Il n'est donc pas possible d'étudier une ré-

partition spontanée des activités. On constate cependant qu'après une distribution de fourrage, les animaux «stockent» environ 30% de ce qu'ils ingèrent chaque jour dans leur rumen. Ils le font avec une vitesse d'ingestion un peu plus élevée que celle observée lors des petits repas. A ce niveau, les différences entre types d'animaux sont relativement faibles. Seules, les brebis ont tendance à ingérer un peu moins lors de ces grands repas. Environ 40% du fourrage sont ensuite ingérés en 4 à 7 petits repas, ayant donc chacun un faible volume. A ce niveau aussi les différences entre types d'animaux sont plutôt faibles, seuls les béliers castrés ayant tendance à faire un peu moins de petits repas.

Déjà Geoffroy (1974) puis Masson *et al* (1989) avaient observé moins de repas chez le mouton que chez la chèvre. Les bovins aussi semblent faire plus de petits repas que les moutons (Dulphy *et al*, 1984 avec des ensilages d'herbe, Dulphy et Michalet-Doreau, 1983, avec des fourrages verts). Finalement, les animaux utilisés ici ne peuvent pas stocker en une seule fois leur nourriture. Cela rejoint bien le fait qu'au pâturage il y a 2 pics d'ingestion par jour (Dulphy *et al*, 1979). Cela est vrai également si on distribue le fourrage en une seule fois à l'auge (Dulphy *et al*, 1988).

Le nombre de repas par jour, la durée des grands repas et la vitesse d'ingestion lors de ces grands repas sont des paramètres très variables et il y a souvent plus de différences entre individus d'une même espèce qu'entre espèces. Cela veut dire qu'en dehors du schéma général – un grand repas après chaque distribution d'aliment, puis un nombre réduit de petits repas – les «profils alimentaires» peuvent être très variables entre animaux ou entre espèces, même lorsqu'il n'y a pas de différences de quantités ingérées. Cela signifie aussi que la précision des valeurs des pa-

ramètres descriptifs utilisés est faible (coefficient de variation de l'ordre de 13 à 19%).

Durée et vitesse d'ingestion

D'un point de vue global, la durée journalière d'ingestion détermine directement, avec la vitesse d'ingestion, les quantités ingérées.

Le temps passé à ingérer pour les ovins et les caprins, qui sont à l'entretien, représente, dans cette étude, de 15 à 17% du temps journalier. Pour des quantités ingérées comparables, les brebis ont ingéré plus longtemps, donc moins vite que les béliers castrés. Pour des quantités ingérées légèrement plus faibles, les chèvres ont ingéré à la fois plus longtemps et donc encore moins vite que les béliers. Ruckebush et Bost (1963), ainsi que Geoffroy (1974) et Focant (1986) avaient déjà observé pour la brebis, une prise de nourriture plus rapide que celle de la chèvre. Ces observations traduisent en termes quantitatifs la constatation classique que la chèvre sélectionne plus que les autres ruminants ce qu'elle ingère (Morand-Fehr *et al*, 1980; Van Soest, 1982). Masson *et al* (1986) observent la même chose lorsque ces espèces reçoivent de la paille. Cependant, cette constatation n'est peut-être pas généralisable car ces derniers auteurs, pour un foin, ainsi que Masson *et al* (1989) pour 2 pailles, observent que les boucs ingèrent plus rapidement que les béliers.

Dans notre étude, les bovins ingèrent plus longtemps que les petits ruminants, mais ils ont des besoins de production et il est probable que cela joue autant, voire plus, que l'espèce animale, pour expliquer ce qui est observé (20% du temps journalier pour les taurillons, 23% pour les vaches). Les résultats récapitulés par Jarige (1978) sont en général plus élevés, 20 à 39% du temps journalier pour des

vaches en lactation, donc produisant plus que celles utilisées ici, mais recevant des fourrages plus diversifiés.

Les coefficients de variation intralot de ces 2 paramètres sont légèrement plus faibles que ceux décrivant la répartition des activités alimentaires : en moyenne 12 à 13%. Leur rôle est donc probablement plus important que celui du nombre et de la répartition des repas pour expliquer les différences individuelles de quantités ingérées.

Activités de rumination

La plage de variation observée sur le temps de rumination est très élevée : minimum de 330 min pour les chèvres recevant l'ensilage d'herbe et l'aliment concentré; maximum de 580 min pour les vaches recevant l'ensilage d'herbe seul. Pour les ovins, nous avons émis l'hypothèse (Dulphy et Béchet, 1976) qu'il existait une limite située vers 550-600 min/j. Il en est d'ailleurs peut-être de même pour les vaches laitières dont la durée de rumination varie très peu après le vêlage alors que les quantités ingérées augmentent nettement (Doreau et Rémond, 1982). Dans nos essais, à part pour le foin de ray-grass (cas des moutons, des brebis et des vaches) cette limite n'est pas atteinte. Il est donc probable qu'ici, la durée de rumination a été une conséquence du niveau d'ingestion et n'a pas limité les quantités ingérées. Par ailleurs, les différences entre types d'animaux semblent plus dépendantes du temps passé à ingérer : si ce temps augmente, la durée de rumination a tendance à diminuer.

Après un grand repas, les bovins ont tendance à commencer leur rumination plus rapidement que les petits ruminants. L'explication est peut-être à rechercher dans des différences anatomiques induisant des différences d'intensité des stimu-

lations dues au contenu ruminal. En effet, les piliers du rumen sont plus marqués chez les bovins (Florentin, 1952) que chez les ovins.

Avec les ensilages (maïs et herbe), le temps de latence augmente nettement. Leur structure moins fibreuse que celle des foins stimule probablement moins la rumination. L'apport de concentré doit diminuer également l'effet stimulant des fourrages.

Activités de mastication

Compte tenu des compensations qui peuvent exister entre les durées d'ingestion et de rumination, la somme de ces durées est probablement plus intéressante à considérer, d'autant plus que c'est avant tout la mastication, quelle que soit sa nature, qui permet la réduction des aliments en fines particules.

Au niveau de cette durée de mastication, il existe des différences entre types d'animaux, les chèvres et les taurillons présentant des valeurs plutôt faibles et les vaches une valeur plutôt élevée.

En ce qui concerne le temps passé à mastiquer une même quantité, moutons et brebis ont la même efficacité. Les chèvres semblent un peu plus efficaces (1 min de moins par g/kg $PV^{0,75}$). En fait, elles mastiquent 1,57 g de MS/min contre 1,85 pour les ovins, ceci parce qu'elles sont plus légères. Là aussi se pose donc le problème de l'exposant du poids vif à choisir pour comparer des espèces de poids différent. Masson *et al* (1986) trouvent la même tendance avec du foin, mais pas avec de la paille traitée. Masson *et al* (1989) observent une valeur plus faible de 2,5 min/(g/kg $P^{0,75}$) pour des boucs par rapport à des béliers de poids comparables. Les taurillons passent 3 à 5 min de moins à mastiquer par g/kg $PV^{0,75}$. Ils mastiquent en

moyenne 10,07 g de MS/min. Les vaches laitières mastiquent 16,5 g de MS/min. Pour comparer objectivement les espèces, il faudrait peut-être corriger ces valeurs par la surface de la table dentaire. Finalement, plus que l'espèce, c'est très probablement le format de l'animal qui joue un rôle, à la fois par les différences de taille des mâchoires et les différences de taille de l'orifice réticulo-omasal permettant, chez les plus grands, à des particules plus grandes de sortir du rumen (Ulyatt *et al.*, 1986).

Si on examine les parts respectives des temps d'ingestion et de rumination dans la mastication on discrimine 2 groupes : chèvres, taurillons et vaches passent 40% de leur temps de mastication à ingérer contre seulement 30% pour les ovins. Les ovins ingèrent donc relativement vite, comme cela a déjà été dit, et ils doivent compenser en ruminant relativement plus longtemps.

D'une espèce à l'autre, malgré tout, alors que les quantités ingérées en kg/j varient de 1 (chèvres) à 14 (vaches), la durée de mastication n'augmente que de 33%. C'est donc bien le paramètre g/min ou min/g qui est le plus discriminant entre types d'animaux et probablement d'un type de fourrage à l'autre (Dulphy *et al.*, 1979).

CONCLUSION

Le travail présenté ici reste très global car de nombreuses mesures, d'ordre plus physiologiques font défaut pour interpréter ce qui a été observé. Quelques conclusions peuvent néanmoins en être tirées :

– 1) pour arriver à un niveau d'ingestion donné les différents individus d'un groupe et les différentes espèces peuvent organiser de façon très différente leur emploi du temps :

– part variable des grands repas;

– nombre variable des petits repas;

– ingestion plus ou moins rapide, compensée, si nécessaire, par une durée de rumination plus longue.

Il existe bien des différences entre espèces, mais ce travail souligne les différences importantes entre individus.

– 2) Alors que les quantités ingérées varient pour les espèces étudiées, de 1 à 14, la durée journalière de mastication n'augmente que de 33%. Dans tous les cas, la durée de mastication étant élevée, elle ne peut donc pas varier beaucoup d'une espèce à l'autre.

– 3) Ces particularités : faible variation des durées de mastication, souplesse relative dans la répartition de ces activités de mastication, face à des quantités ingérées très différentes, devraient aider à mieux comprendre quels sont les facteurs qui régulent les quantités ingérées dans le court terme.

En effet, le moment de la fin du grand repas, puis ceux du début et de la fin des petits repas sont influencés par l'état de réplétion du réticulo-rumen (Dulphy et Favardin, 1987) et les signaux qu'il génère (Forbes, 1980). L'action de ces signaux peut être modulée par les besoins ou l'état de l'animal. Le comportement des animaux est donc le reflet de phénomènes physiologiques qui peuvent ensuite être étudiés par des méthodologies plus spécifiques. L'enregistrement de ce comportement est alors probablement indispensable pour répertorier les événements déterminant cette régulation des quantités ingérées. La comparaison d'individus et d'espèces est sûrement tout aussi importante que celle de fourrages différents.

– 4) Il est apparu dans la discussion des résultats des petites difficultés car, en fait, on a comparé à la fois des espèces et des situations différentes (format, besoins, mode d'élevage, etc.).

En effet, on est tenté *a priori* de prendre les animaux utilisés et déjà bien connus présents sur un site de recherche, comme nous l'avons fait. Il faudrait donc aller plus loin et comparer des espèces préparées dans des conditions plus strictes et long-temps à l'avance (Brown et Johnson, 1984).

Enfin, la relation entre les différents paramètres, la façon dont interviennent le poids vif des animaux, les quantités ingérées, la digestibilité éventuellement, sont à examiner pour aller plus loin. Nous nous y attacherons ultérieurement.

RÉFÉRENCES

- Bocquier F, Theriez M, Prache S, Brelurut A (1988) Alimentation des ovins. In: *Alimentation des bovins, ovins, caprins*. INRA Publ, 249-281
- Brown LE, Johnson WL (1984) Comparative intake and digestibility of forages and by-products by goats and sheep: a review. *Int Goat Sheep Res* 2 (3), 212-226
- Carle B, Dulphy JP (1980) Comportement alimentaire comparé des ovins et des bovins. Relation avec la digestion des aliments. *Reprod Nutr Dév* 20, 1633-1639
- Chenost M, Martin-Rosset W (1985) Comparaison entre espèces (mouton, cheval, bovin) de la digestibilité et des quantités ingérées des fourrages verts. *Ann Zootech* 34, 291-312
- Conrad HR, Pratt AD, Hibbs JW (1964) Regulation of feed intake in dairy cows. I - Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. *J Dairy Sci* 47, 54-67
- Demarquilly C, Andrieu J, Sauvart D (1978) Composition et valeur nutritive des aliments. In: *Alimentation des Ruminants*. INRA Publ, Versailles, 597 p
- Doreau M, Rémond B (1982) Comportement alimentaire et utilisation digestive d'une ration de composition constante chez la vache laitière en fin de gestation et début de lactation. *Reprod Nutr Dév* 22, 307-324
- Dulphy JP (1971) Influence du poids vif et du niveau d'ingestion sur le comportement alimentaire et mérycique du mouton. *Ann Zootech* 20, 477-486
- Dulphy JP, Bechet G (1976) Influence du stade de végétation et de l'espèce végétale sur le comportement alimentaire et mérycique de moutons recevant des fourrages verts hachés. *Ann Zootech* 25, 505-519
- Dulphy JP, Demarquilly C (1981) Problèmes particuliers aux ensilages. In: *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants*. INRA Publ, Versailles, 81-104
- Dulphy JP, Michalet-Doreau B (1983) Comportement alimentaire et mérycique d'ovins et de bovins recevant des fourrages verts. *Ann Zootech* 32, 465-474
- Dulphy JP, Carle B (1986) Activités alimentaires et méryciques comparées des bovins, des caprins et des ovins. *Reprod Nutr Dév* 26, 279-280
- Dulphy JP, Faverdin P (1987) L'ingestion alimentaire chez les ruminants : modalités et phénomènes associés. *Reprod Nutr Dév* 27, 129-155
- Dulphy JP, Remond B, Thériez M (1979) Ingestive behaviour and related activities in ruminants. In: *Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants* (Y Ruckebush, P Thivend, eds) MPT Press Ltd, 103-122
- Dulphy JP, Michalet-Doreau B, Demarquilly C (1984) Étude comparée des quantités ingérées et du comportement alimentaire et mérycique d'ovins et de bovins recevant des ensilages d'herbe réalisés selon différentes techniques. *Ann Zootech* 33, 291-320
- Dulphy JP, Faverdin P, Micol D, Bocquier F (1987) Révision du système des Unités d'Encombrement (UE). *Bull Tech CRVZ Theix*, INRA 70, 35-48
- Dulphy JP, El Meddah Y, Baumont R (1988) Influence du rythme de distribution sur les activités alimentaires et l'évolution journalière du contenu ruminal chez le mouton. *Reprod Nutr Dév* 28, 919-929
- Dulphy JP, Demarquilly C, Remond B (1989) Quantités d'herbe ingérées par les vaches laitières, les génisses et les moutons : effet de quelques facteurs de variation et comparaison entre ces types d'animaux. *Ann Zootech* 38, 107-119

- Ellis WC, Wylie MI, Matis JH (1988) Dietary digestive interactions determining the feeding value of forages and roughages. In: *World Animal Science Series*, Vol B-4, Elsevier, Amsterdam, 177-229
- Faverdin P, Hoden A, Coulon JB (1987) Recommandations alimentaires pour les vaches laitières. *Bull Tech CRZV Theix INRA*, 133-152
- Faverdin P, Dulphy JP, Coulon JB, Vérité R, Garel JP, Rouel J, Marquis B (1990) Substitution of roughage by concentrates for dairy cows. *Livest Prod Sci* (sous presse)
- Florentin P (1952) Mise au point sur la situation et les voies de communication intérieures des réservoirs gastriques chez les ruminants domestiques. *Rev Méd Vét* 103, 530-542
- Focant M (1984) Comportement alimentaire, rumination, fermentations réticulo-ruminales et acides gras volatils plasmatiques, comparés chez la chèvre et le mouton; influence du régime. *Reprod Nutr Dév* 24, 229-250
- Focant M (1986) Contribution à l'étude du comportement alimentaire des petits ruminants : rôle des acides gras volatils. Thèse Universitè catholique de Louvain. 262 p
- Forbes JM (1980) A model of short-term control of feeding in the ruminant : effects of changing animal or feed characteristics. *Appetite* 1, 21-41
- Geay Y, Micol D (1988) Alimentation des bovins en croissance et à l'engrais. In: *Alimentation des bovins, ovins et caprins*. INRA Publ 213-248
- Geoffroy F (1974) Étude comparée du comportement alimentaire et mérycique de deux petits ruminants : la chèvre et le mouton. *Ann Zootech* 23, 63-73
- Hoden A, Coulon JB, Faverdin P (1988) Alimentation des vaches laitières. In: *Alimentation des bovins, ovins et caprins*. INRA Publ 135-158
- Howe JC, Barry TN, Popay AI (1988) Voluntary intake and digestion of gorse (*Ulex europaeus*) by goats and sheep. *J Agric Sci Camb* 111, 107-114
- Huston JE, Engdahl BS, Bales KW (1986) Intake and digestibility in sheep and goats fed three forages with different levels of supplemental protein. *Small Ruminant Res* 1, 81-92
- Jarrige R (1978) Consommation d'aliments et d'eau. In: *Alimentation des Ruminants*. INRA Publ, Versailles, 177-206
- Mac Farlane WV (1982) Concepts in animal adaptation. In: *Proc III Int Conf Goat Prod Disease*. Dairy Goat Journal Publ C, Scottsdale, AZ 375-385
- Masson C, Alrahmoun W, Tisserand JL (1986) Étude comparée de la quantité ingérée, de la digestibilité, de l'utilisation de l'azote, du temps moyen de rétention et du comportement alimentaire chez les jeunes caprins et ovins recevant différents régimes. *Ann Zootech* 35, 49-60
- Masson C, Kirilov D, Faurie F, Tisserand JL (1989) Comparaison des activités alimentaires et méryciques d'ovins et de caprins recevant de la paille d'orge traitée ou non à la soude. *Ann Zootech* 38, 73-82
- Mc Cabe Sharon M, Barry TN (1988) Nutritive value of willow (*Salix* sp) for sheep, goats and deer. *J Agric Sci Camb* 111, 1-9
- Morand-Fehr P, Hervieu J, Sauvant D (1980) Contribution à la description de la prise alimentaire de la chèvre. *Reprod Nutr Dév* 20, 1641-1644
- Quick TC, Dehority BA (1986) A comparative study of feeding behaviour and digestive function in dairy goats, wool, sheep and hair sheep. *J Anim Sci* 63, 1516-1526
- Ruckebush Y (1963) Recherches sur la régulation centrale du comportement alimentaire chez les ruminants. Thèse Doc Sci Nat Univ Lyon, 213 p
- Ruckebush Y, Bost J (1963) Étude comparée de la motricité du réticulum et du comportement alimentaire chez les ovins et les caprins en stabulation. *Rev Med Vet CXIV* 3, 184-195
- Thivend P, Mercier C, Guilbot A (1965) Dosage de l'amidon dans les milieux complexes. *Ann Biol Anim Biochim Biophys* 5, 513-526
- Ulyatt MJ, Dellow DW, John A, Reid CSW, Waghorn GC (1986) Contribution of chewing during eating and rumination to the clearance of digesta from the reticulo-rumen. In: *Control of Digestion and Metabolism in Ruminants* (LP Milligan, WL Growum, A Dobson, eds) Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA, 498-515
- Van Soest PJ (1982) *Nutritional Ecology of the Ruminants*. O and B Brooks Inc, Corvallis, Oregon