

UTILISATION DES ALIMENTS BROYÉS ET AGGLOMÉRÉS PAR L'AGNEAU A L'ENGRAIS

I. — COMPARAISON DU FOIN DE LUZERNE NORMAL ET DU FOIN DE LUZERNE BROYÉ DANS UNE RATION POUR AGNEAUX A L'ENGRAIS

R. PINOT

avec la collaboration technique de J.-C. MERLE et de G. VILLENEUVE

*Station de Recherches sur l'Élevage des Ruminants,
Centre national de Recherches zootechniques, Jouy-en-Josas (Seine-et-Oise)*

SOMMAIRE

Une même ration, composée de foin de luzerne et d'un aliment concentré, a été distribuée à trois lots de 24 agneaux chacun, de l'âge de 10 semaines à l'abattage, au poids moyen de 34 kg, sous trois formes de présentation différentes : 1) foin normal et aliment concentré aggloméré ; 2) foin broyé et aggloméré et aliment concentré aggloméré ; 3) foin et aliment concentré broyés et agglomérés en un seul aliment distribué *ad libitum*. Les animaux des lots 1 et 2 ont reçu le foin *ad libitum*, et la même quantité d'aliment concentré que ceux du lot 3.

Les agneaux recevant le foin broyé (lot 2) ou la ration broyée (lot 3) ont eu une vitesse de croissance légèrement plus élevée que les agneaux recevant la ration normale, et ont consommé une quantité de matière sèche sensiblement égale ; ils ont consommé 5 p. 100 de matière sèche de moins par kg de gain.

Le comportement alimentaire des agneaux a été très différent suivant les lots, ce qui peut expliquer les modifications des fermentations du rumen.

Cet essai montre qu'il est possible d'utiliser du foin broyé et aggloméré dans une ration pour jeunes agneaux à l'engrais.

INTRODUCTION

De nombreuses études poursuivies ces dernières années ont montré que la modification de la forme physique de la ration était un des facteurs susceptibles d'augmenter la quantité d'aliments consommée, tant par les bovins que par les ovins, et d'améliorer l'utilisation de ces aliments par l'animal à l'engrais. BÉRANGER et

JARRIGE (1962), ont montré que dans les conditions françaises de production le broyage et le pressage du foin seul, ou de la ration complète, modifiaient peu les quantités consommées par des bœufs à l'engrais, mais qu'ils amélioraient considérablement l'utilisation de cette ration : il était donc intéressant de reprendre cette étude avec des agneaux.

La comparaison de rations pour l'engraissement des agneaux présentées sous forme normale ou sous forme agglomérée après broyage, a été effectuée à plusieurs reprises, particulièrement aux États-Unis : on a étudié dans des expérimentations en lots soit des rations composées entièrement de foin (WEIR *et al.*, 1959 ; MEYER *et al.*, 1959, 1960 ; GRIEVE *et al.*, 1963 ; NICHOLSON et CUNNINGHAM, 1964), soit des rations comportant une proportion variable d'aliments concentrés (THOMPSON *et al.*, 1957 ; WEIR *et al.*, 1959 ; HOPKINS *et al.*, 1960 ; BUTCHER et RALEIGH, 1962 ; WOODS et RHODES, 1962 ; JOHNSON *et al.*, 1964 ; NICHOLSON et CUNNINGHAM, 1964).

Le broyage et le pressage de la ration entraînent généralement une augmentation de la quantité d'aliments consommée, du gain de poids et de l'efficacité alimentaire, augmentation d'autant plus importante que la ration comprend une proportion plus élevée de fourrages, et que ceux-ci sont de moins bonne qualité (cf. revues de MINSON, 1963 ; BEARDSLEY, 1964).

Les résultats américains ont été généralement obtenus avec des agneaux relativement âgés (poids initial de 25-30 kg.) dont les gains de poids journaliers avec la ration normale étaient de 100 à 200 g/j, et qui étaient abattus entre 40 et 45 kg. Ils ne peuvent donc pas être généralisés directement au type d'agneau que demande le marché français, qui est moins lourd (poids de carcasse de 15 à 18 kg) et plus jeunes, avec un gain de poids journalier compris entre 250 et 300 g.

Nous avons donc abordé l'étude de l'utilisation des fourrages broyés et agglomérés par l'agneau de boucherie en distribuant sous différentes formes physiques à des agneaux sevrés à deux mois, une ration d'engraissement composée de foin de luzerne et d'aliment concentré, qui est utilisée normalement pour la production de « l'agneau de cent jours » (LEROY, 1948) : nous avons adopté un protocole expérimental très voisin de celui employé par BÉRANGER et JARRIGE (1962) dans leur essai sur les bœufs à l'engrais.

MÉTHODES

Principe

De l'âge de dix semaines à l'abattage, trois lots de vingt-quatre agneaux chacun ont reçu respectivement les rations suivantes :

— le lot 1 a reçu du foin de luzerne sous forme normale, distribué *ad libitum* deux fois par jour et, séparément, une quantité limitée d'un aliment concentré aggloméré ;

— le lot 2 a reçu le même foin de luzerne, broyé et aggloméré, distribué *ad libitum* deux fois par jour, et, séparément, la même quantité d'aliment concentré aggloméré que le lot 1

— le lot 3 a reçu *ad libitum*, deux fois par jour, un aliment comportant 50 p. 100 du même foin de luzerne, et 50 p. 100 du même aliment concentré, ces deux composants étant agglomérés ensemble après broyage.

Les quantités d'aliment concentré distribuées chaque jour aux lots 1 et 2 ont été égales à celle consommée la veille par le lot 3, de manière à ce que les trois lots consomment simultanément la même quantité d'aliment concentré.

Les agneaux ont été abattus à un poids compris entre 32 et 36 kg, correspondant à un poids de carcasse voisin de 16 kg.

*Réalisation et mesures**Constitution des lots.*

Nous avons utilisé 72 agneaux mâles, de race *Préalpes du Sud*, nés au C. N. R. Z. entre le 28 février et le 21 mars 1963. Jusqu'à l'âge de huit semaines, ils ont été élevés avec leurs mères et ont eu à leur disposition du foin de luzerne et un aliment concentré distribué à volonté.

Ces agneaux ont été sevrés brutalement à l'âge de huit semaines (55 à 60 jours) et répartis en trois lots homologues. Pendant les deux semaines suivant le sevrage, ils ont été adaptés progressivement aux rations expérimentales : les aliments distribués durant la période d'allaitement (foin et aliment concentré) ont été définitivement supprimés trois jours avant l'entrée en expérience.

En moyenne, au début de la période expérimentale, ces agneaux étaient âgés de 73 jours et pesaient 20 kg. En raison de l'échelonnement dans les dates de naissance, les agneaux ne sont pas entrés tous simultanément en expérience, mais en trois séries de 24 agneaux, à une semaine d'intervalle. Dans chaque série, on a constitué trois groupes homologues de huit agneaux, qui ont été affectés à chacun des trois régimes expérimentaux.

Si les agneaux ont eu ainsi sensiblement le même âge lors de l'entrée en expérience, il n'en a pas été de même pour les poids vifs, qui ont malheureusement varié de 12 à 26 kg, en raison de l'hétérogénéité des productions laitières de leurs mères.

Alimentation.

Chaque groupe de huit animaux a été maintenu en liberté dans une case pendant toute la période expérimentale, sur une litière de paille. Le foin normal, le foin broyé et aggloméré, et la ration entièrement agglomérée, ont été distribués deux fois par jour ; on a mesuré chaque jour pour chaque groupe les quantités offertes et refusées, la proportion de refus étant maintenue à environ 20 p. 100.

L'aliment concentré a été pesé et distribué deux fois par jour aux lots 1 et 2, en quantité égale à celle consommée la veille par le lot 3. Les distributions de l'aliment concentré (lots 1 et 2) et de la ration broyée (lot 3) ont eu lieu à 6 h 30 et à 14 h 30, et celles de foin normal (lot 1) ou broyé (lot 2) à 7 h 30 et à 15 h 30.

En fait, un des trois groupes de huit agneaux du lot 2 n'a pas pu consommer intégralement la quantité d'aliment concentré offerte ; afin de maintenir la consommation d'aliment concentré au même niveau pour les trois lots, la quantité distribuée aux groupes correspondants des lots 1 et 3 a été réduite, et alignée sur la quantité consommée par ce groupe d'agneaux du lot 2 ; on a alors distribué aux agneaux du groupe correspondant du lot 3 un repas supplémentaire de foin broyé et aggloméré, afin de leur permettre d'être rassasiés ; ils en ont consommé en moyenne 290 g par jour.

Le tableau 1 donne la composition chimique des aliments distribués et des rations effectivement consommées, compte tenu des refus laissés par les agneaux du lot 1. Nous avons utilisé pendant la plus grande partie de l'expérience un foin de luzerne de deuxième coupe, de qualité moyenne ; après épuisement des quantités disponibles, nous l'avons remplacé par un autre foin de luzerne, de qualité sensiblement supérieure. Ces deux foins ont été donnés sous forme normale aux agneaux du lot 1, qui ont donc pu facilement trier les parties les plus appétibles. Ils ont été broyés (les mailles de la grille du broyeur ayant un diamètre de 3 mm) puis agglomérés, seuls (lot 2) ou avec l'aliment concentré (lot 3) en granulés de 5 mm de diamètre.

L'aliment concentré avait la composition suivante : orge 45 p. 100 ; blé 40 p. 100 ; tourteau de lin 10 p. 100 ; phosphate bicalcique 3 p. 100 ; sel marin 2 p. 100 ; il était distribué aux lots 1 et 2 sous forme de granulés, et il était incorporé dans l'aliment du lot 3. Il est à noter que cet aliment concentré était probablement trop riche en matières azotées, puisque les rations moyennes consommées par les agneaux des lots 1, 2 et 3 au cours de l'expérience ont en définitive comporté 14,7, 13,8 et 13,5 p. 100 de matières azotées digestibles, soit environ 180-190 g par unité fourragère.

Le comportement alimentaire d'un groupe de huit agneaux du lot 1 et du groupe correspondant du lot 2, a été enregistré à deux reprises, à quinze jours d'intervalle, au cours des 3^e et 5^e semaines de l'expérience. Chaque observation a été effectuée durant deux jours consécutifs ; nous avons enregistré pour chaque groupe le comportement des quatre agneaux les plus lourds, le premier jour, celui des quatre agneaux les plus légers, le deuxième jour. Le comportement de chacun de ces agneaux a été relevé de 6 h 30 à 19 h 30, à intervalle d'une minute.

Gains de poids.

Les agneaux ont été pesés trois jours de suite à 13 h 30, lors de l'entrée en expérience, et les trois jours précédant l'abattage ; ce sont les moyennes de ces pesées qui ont servi à déterminer le gain de poids vif durant la période expérimentale.

De plus, les agneaux ont été pesés une fois par semaine, à 13 h 30, pour établir leur courbe de croissance.

TABLEAU I
Composition des aliments distribués et des rations ingérées
 (en p. 100 de la matière sèche)

Aliment	Numéro	Période d'utilisation	Matières cellulosiques	Matières azotées	Matières minérales
Foin de luzerne	274	14-5 au 29-6	36,1	18,0	8,9
Foin de luzerne	275	30-6 au 25-8	25,2	19,7	10,4
Refus de foin	274	14-5 au 29-6	49,4	11,6	5,6
Refus de foin	275	30-6 au 25-8	45,9	10,6	9,2
Aliment concentré		14-5 au 25-8	5,0	15,7	6,9
Ration ingérée par le lot 1		14-5 au 25-8	15,9	18,6	8,6
Ration ingérée par le lot 2		14-5 au 25-8	18,1	17,4	8,7
Ration ingérée par le lot 3		14-5 au 25-8	17,9	17,3	8,5

Abattage.

Afin d'étudier la cinétique de la digestion des trois rations, on a abattu les agneaux à un intervalle de temps variable après la distribution du dernier repas du matin. D'après l'observation du comportement alimentaire, on a limité à 3 h 30 la durée de ce repas ; les agneaux ont été alors isolés, sans eau ni nourriture. On a abattu quatre agneaux de chaque lot à chacun des intervalles : 4 h, 7 h, 10 h, 17 h et 24 h après le début du repas d'aliment concentré. Les quatre agneaux restant dans chaque lot ont été abattus au début de l'après-midi, sans isolement préalable.

Les agneaux ont été pesés immédiatement avant l'abattage ; immédiatement après, le tube digestif a été ligaturé et séparé en six parties : rumen-réseau, feuillet, caillette, intestin grêle, caecum et colon. Chacune de ces parties a été pesée pleine, puis vide, et le poids du contenu a été déterminé par différence.

Nous avons prélevé un échantillon du liquide du rumen des agneaux pour en déterminer le pH ; à partir de ces échantillons individuels, nous avons constitué des échantillons pondérés correspondant chacun aux quatre agneaux d'un même lot abattus au même intervalle de temps après le début du dernier repas d'aliment concentré. Ces échantillons pondérés ont été neutralisés par la soude 2 N jusqu'à pH 10, et les fermentations ont été bloquées par une solution de nitrate d'argent à 1 p. 100 (1 ml pour 100 ml de liquide). Les échantillons ont été conservés à 0°C, puis on en a déterminé la teneur totale en acides gras volatils et séparé les différents acides par la méthode de JAMES et MARTIN (1951) (1). Enfin nous avons mesuré la teneur en matière sèche des contenus du rumen, du feuillet et du colon des agneaux abattus 4 h, 10 h et 24 h après le début du repas.

Étude de la carcasse.

Les carcasses de tous les agneaux ont été pesées, puis ont fait l'objet des mensurations suivantes : longueur (K), largeur aux trochanters (G), largeur de la poitrine (Wr), profondeur de poitrine (Th), longueur du gigot (F), largeur de la surface articulaire tarso-métatarsienne (Os).

La graisse périrénale a été séparée et pesée, afin d'avoir une estimation de l'état d'engraissement (BOCCARD et DUMONT, 1960).

Chaque carcasse a fait l'objet d'une notation subjective de 0 à 10, portant sur la conformation générale et l'état d'engraissement.

RÉSULTATS

Gain de poids

Les 72 agneaux présents au début de l'expérience ont effectué une croissance régulière jusqu'à l'abattage ; à aucun moment ils n'ont présenté de troubles sanitaires d'aucune sorte.

Les agneaux ayant un poids extrêmement variable (12 à 26 kg) à l'entrée en expérience, et étant tous abattus sensiblement au même poids, la durée de la période expérimentale a présenté des variations considérables (valeurs extrêmes 14 à 101 j) entre les agneaux d'un même lot. Nous avons donc calculé le gain de poids moyen journalier des agneaux de chaque lot en rapportant pour chaque lot le gain de poids moyen des agneaux à la durée moyenne de l'expérience.

Les agneaux ayant reçu la ration normale (lot 1) ont effectué un gain de poids moyen de 245 g/j. Pour les agneaux recevant le foin broyé (lot 2) et la ration broyée (lot 3), les gains de poids moyens se sont élevés respectivement à 258 et 266 g/j, soit des augmentations de 5,3 et 8,6 p. 100 par rapport au lot 1 : ces différences, quoique notables, ne sont pas significatives (tabl. 2).

Nous avons repris le calcul du gain de poids moyen journalier, après avoir

(1) Ces analyses ont été effectuées par C.-M. MATHIEU que nous remercions de son concours.

TABLEAU 2
Poids vif et gains de poids

Lots	1	2	3
Régime	Ration normale	Foin broyé	Ration broyée
Poids vif moyen initial (kg)	20,5 ± 0,75	20,0 ± 0,65	20,3 ± 0,55
Poids vif moyen à la fin de l'expérience (kg)	34,2 ± 0,22	34,3 ± 0,28	34,5 ± 0,21
Durée moyenne de l'expérience (j)	56,0 ± 4,42	55,3 ± 3,67	53,5 ± 3,78
Gain de poids vif moyen (g/j)	245 ± 9,9	258 ± 10,0	266 ± 9,5
Poids vif vide à l'abattage (kg)	27,7 ± 0,25	28,3 ± 0,25	28,5 ± 0,25
Contenu digestif p. 100 du poids vif	19,0	17,4	17,4

TABLEAU 3
Poids, mensurations et appréciations des carcasses

Lot	1	2	3
Régime	Ration normale	Foin broyé	Ration broyée
Poids de carcasse (kg)	15,7 ± 0,20	15,7 ± 0,21	16,0 ± 0,16
Poids de carcasse p. 100 du poids vif vide ..	56,7 ± 0,31*	55,5 ± 0,39*	56,1 ± 0,26
Longueur de la carcasse (cm).....	58,7 ± 1,33	59,7 ± 1,56	57,9 ± 1,38
Largeur aux trochanters (cm)	21,9 ± 0,19	21,9 ± 0,18	22,2 ± 0,25
Largeur de la poitrine (cm)	22,7 ± 0,38	22,0 ± 0,25	22,8 ± 0,28
Profondeur de la poitrine (cm)	24,3 ± 0,19	24,7 ± 0,15	24,5 ± 0,18
Longueur du gigot (cm)	26,1 ± 0,22	26,6 ± 0,24	26,2 ± 0,29
Os (cm).....	2,25 ± 0,066	2,14 ± 0,046	2,23 ± 0,042
Poids du gras périrénal (g)	204 ± 18,6	239 ± 15,1*	190 ± 14,6 *
Cotation subjective (sur 10)	Jugement global	6,8	6,5
	Conformation générale	7,9	7,3
	État d'engraissement	7,8	7,6

(*) Différence significative à $P \leq 0,05$.

éliminé les agneaux dont les poids vifs à l'entrée en expérience différaient le plus des moyennes de leurs lots respectifs (à l'extérieur de l'intervalle : poids vif moyen du lot, plus ou moins deux fois l'écart-type de l'ensemble des poids vifs des agneaux de ce lot) ; nous avons également calculé les gains de poids moyens journaliers de lots constitués de manière similaire à partir de la durée de l'expérience. Avec ces deux modes de calcul, les différences observées entre les trois lots ont subsisté, et ont été à la limite de la signification ($P \leq 0,05$).

Alors que les poids vifs pleins étaient les mêmes pour les trois lots à la fin de l'expérience, les poids vifs vides ont présenté des différences sensibles : ils ont été en moyenne de 27,7, 28,3 et 28,5 kg respectivement pour les lots 1, 2 et 3 (tabl. 2) ; toutefois, ces différences ne sont pas significatives. Bien que l'absence de données concernant les contenus digestifs des agneaux au début de l'expérience ne permette pas de conclusions précises, on peut penser que les différences observées entre les gains de poids vif journaliers des différents lots doivent se retrouver au niveau des gains de poids corporels.

Carcasses

Nous avons cherché à obtenir pour les trois lots le même poids de carcasse à la fin de l'expérience : pour tenir compte du fait que le rapport $\frac{\text{poids de carcasse}}{\text{poids vif}}$ diminue légèrement lorsque l'animal avance en âge, nous avons abattu les agneaux les plus précoces aux environs de 32 kg, et ceux ayant effectué les croissances les plus lentes vers 36 kg. Nous avons pu ainsi atteindre l'objectif désiré, puisque les poids moyens des carcasses ont été respectivement de 15,7, 15,7 et 16,0 kg pour les lots 1, 2 et 3 (tabl. 3).

Le rendement à l'abattage rapporté au poids vif vide a été significativement plus élevé ($P \leq 0,05$) pour le lot 1 que pour le lot 2, le lot 3 ayant un classement intermédiaire.

Les diverses mensurations, comme l'appréciation subjective, ont permis de classer ces carcasses à la limite inférieure de la qualité « extra ». Le lot 3 a semblé présenter un état d'engraissement sensiblement inférieur à celui des deux autres lots : en particulier, le poids de la graisse périrénale a été significativement ($P \leq 0,05$) plus faible pour le lot 3 que pour le lot 2 (tabl. 3).

Quantité d'aliments consommée

La quantité d'aliment concentré consommée par les lots 1 et 2 devait être alignée sur celle consommée par le lot 3 ; en fait, elle a été légèrement plus faible pour le lot 2, dont nous avons signalé qu'il avait eu des difficultés à consommer tout l'aliment concentré offert (tabl. 4).

Les agneaux recevant le foin broyé (lot 2) ou la ration broyée (lot 3) ont ingéré une quantité de foin, exprimée en matière sèche, légèrement plus élevée que ceux recevant le foin normal (lot 1).

Ces derniers ont refusé en moyenne 26 p. 100 de la quantité de foin qui leur était offerte ; ces refus, formés de tiges de luzerne, sont relativement inutilisables alors que, sous forme broyée, ils ont été consommés par les agneaux des lots 2 et 3.

Dans la comparaison économique des trois rations, il est donc nécessaire de tenir compte de ces refus : dans ces conditions, la quantité de foin distribuée au lot 1 a été supérieure de 32 p. 100 et 28 p. 100 à celles consommées respectivement par les agneaux des lots 2 et 3 (tabl. 4). Toutefois ce pourcentage élevé de refus provient en partie du mode de distribution utilisé, qui permettait aux agneaux du lot 1 un choix important dans le foin offert : si la quantité de foin distribuée avait été réduite, la proportion de refus eût peut-être été plus faible.

TABLEAU 4

Quantités d'aliments consommées durant la période expérimentale
(en kg de matière sèche)

Lots	1				2		3	
Régime	Ration normale				Foin broyé		Ration broyée	
Aliments/jour/agneau	Offert		Consommé		Consommé		Consommé	
	kg	Indice	kg	Indice	kg	Indice	kg	Indice
Foin	0,87	135	0,65	100	0,67	103	0,69	107
Concentré	0,62	100	0,62	100	0,60	97	0,61	99
Total	1,49	118	1,27	100	1,27	100	1,30	103
<i>Proportion de concentré</i>								
$\frac{\text{M.S. concentré}}{\text{M.S. totale}} \times 100$			49		46		47	
M.S. consommée (kg) kg gain de poids vif	6,07	118	5,13	100	4,90	95	4,89	95

La quantité de matière sèche totale effectivement ingérée a été sensiblement la même, et la proportion d'aliment concentré dans la ration très voisine pour les trois lots. De plus, les agneaux du lot 1 ont ingéré une ration plus pauvre en matières cellulosiques puisqu'ils ont délaissé les tiges (tabl. 1). Pour un même gain de poids vif, les agneaux recevant le foin broyé (lot 2) ou la ration broyée (lot 3) ont consommé une quantité de matière sèche inférieure de 5 p. 100 à celle ingérée par les agneaux recevant la ration normale ; si l'on tient compte des refus que ceux ci ont laissé, la différence entre les quantités utilisées atteint 19,5 p. 100 (tabl. 4).

Il est à noter que tous les animaux ont pu consommer un peu de paille de leur litière ; bien que l'étude du comportement alimentaire n'ait pas fait apparaître de différence entre les lots 1 et 2 à ce point de vue, il est possible que les animaux recevant le foin broyé ou la ration broyée aient consommé plus de paille que ceux recevant le foin normal.

Comportement alimentaire

Les animaux recevant le foin broyé (lot 2) ont eu pendant les périodes d'observation, un comportement alimentaire très différent de celui des agneaux recevant le foin normal (lot 1). Alors que les quantités de foin et d'aliment concentré consommées étaient sensiblement les mêmes, leurs temps de consommation ont été inférieurs de 30 p. 100 pour le foin, et de 50 p. 100 pour l'aliment concentré, à ceux des agneaux du lot 1 (tabl. 5).

TABLEAU 5

Comportement alimentaire des agneaux suivant le mode de présentation du foin

(Temps exprimé en p. 100 du temps d'observation ;
valeur moyenne de 2 périodes de contrôle de 13 h sur 8 agneaux par lot)

Lots	1	2	Signification des différences
Régime	Foin normal	Foin broyé	
Temps de consommation du foin	23,6	15,6	S. P \leq 0,01
Temps de consommation du concentré	9,0	5,3	S. P \leq 0,001
Temps total de consommation	32,6	20,9	S. P \leq 0,01
Temps de station couchée	42,1	46,9	N.S.
Temps de rumination	10,1	2,0	S. P \leq 0,001
Nombre de repas de foin	19	25	N. S.
Durée moyenne des repas de foin (minutes)	9,7	4,9	S. P \leq 0,001
Nombre de repas de concentré	17	11	S. P \leq 0,001
Durée moyenne des repas de concentré (minutes)	4,1	3,7	N.S.

Les agneaux recevant le foin broyé ont passé cinq fois moins de temps à ruminer que ceux recevant le foin normal ; la durée totale de la rumination a été relativement faible pour l'un et l'autre lot pendant la période d'observation (de 6 h 30 à 19 h 30).

Les agneaux recevant le foin normal ont effectué un long repas de foin après chaque distribution (fig. 1) ; les agneaux recevant le foin broyé, s'ils ont fait un repas important après chaque distribution, ont consommé leur foin en un grand nombre de petits repas répartis au cours de la journée.

On observe le phénomène inverse pour l'aliment concentré : les agneaux du lot 2 en ont consommé la majeure partie en un seul repas dès la distribution, alors que ceux du lot 1 ont réparti leur consommation tout au long de la journée.

Contenus digestifs

Nous voulions comparer la cinétique de la digestion des trois régimes en abattant des agneaux à différents intervalles à partir du début du dernier repas, marqué par la distribution de l'aliment concentré aux lots 1 et 2 et de la ration broyée au lot 3. Les agneaux des lots 1 et 2 ont reçu leur foin 1 heure après la distribution de l'aliment concentré, et ont donc pu le consommer pendant 2 h 30, puisque la durée totale du dernier repas était de 3 h 30 pour les trois lots.

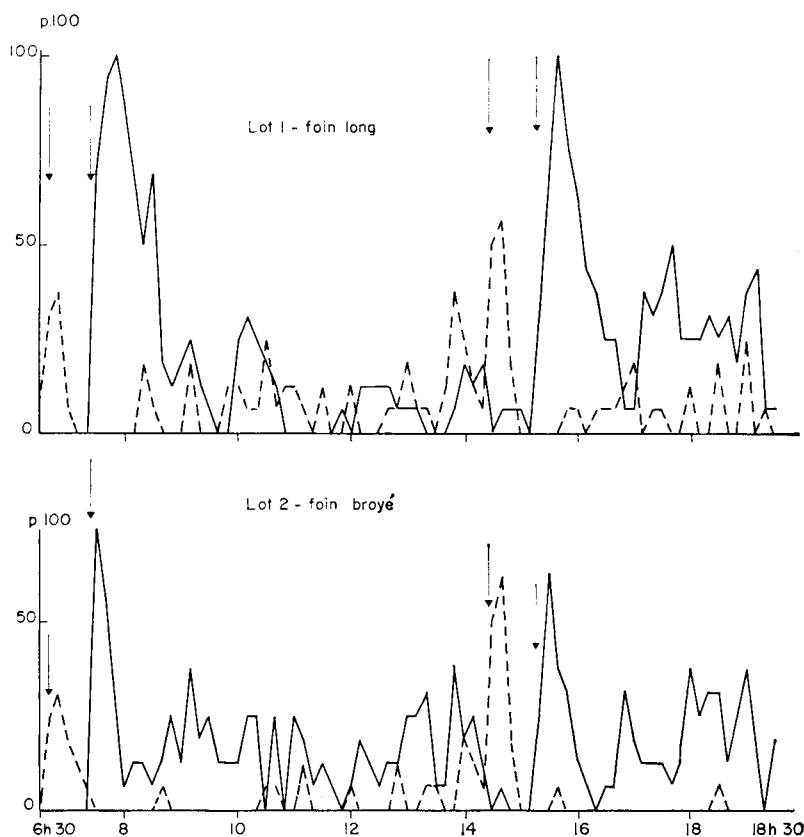


FIG. 1 — Comportement alimentaire comparé des agneaux recevant le foin normal (lot 1) et le foin aggloméré (lot 2); en ordonnée sont portées les proportions d'agneaux consommant le foin (—) ou l'aliment concentré (---); les flèches indiquent les distributions des repas.

Les agneaux choisis pour l'abattage ont été maintenus jusqu'à la fin de ce dernier repas dans le groupe dont ils faisaient partie, afin que leur comportement ne soit pas perturbé. Leur consommation individuelle n'a donc pas été mesurée, ce qui a entraîné une incertitude non seulement dans la quantité totale consommée par chacun des animaux, mais aussi dans les proportions respectives de foin et d'aliment concentré consommées par les animaux des lots 1 et 2. C'est pourquoi on note souvent une variabilité importante entre agneaux recevant le même régime et abattus

au même intervalle à partir du repas, notamment en ce qui concerne la composition du mélange d'acides gras présent dans le rumen. C'est pourquoi également il n'est pas possible de comparer de façon satisfaisante la digestion des trois rations.

Le poids du contenu digestif, exprimé en matière fraîche, a été plus élevé chez les agneaux recevant le foin normal; cette différence s'est atténuée progressivement et a disparu chez les agneaux abattus 24 h après le début du repas (tabl. 6). Elle a été due essentiellement au contenu du rumen (+ réseau) qui, quatre heures après le début du repas, a atteint le poids de 4 780 g pour le lot 1 (moyenne de quatre animaux), contre 3 690 g et 3 250 g respectivement pour les lots 2 et 3.

TABLEAU 6

*Évolution du poids du contenu du tube digestif
en fonction du temps écoulé depuis le début du repas*

Lots		Contenu digestif total (g de matière fraîche)			Contenu du rumen-réseau (g de matière fraîche)			Contenu du rumen-réseau (g de matière sèche)		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Temps écoulé (h) depuis le début du dernier repas	4	7 030	5 650	5 400	4 780	3 690	3 250	740	740	600
	7	6 260	4 500	5 420	4 640	3 000	3 800			
	10	5 290	4 390	4 700	3 910	2 960	3 150	560	495	520
	17	5 180	4 440	4 150	3 815	3 180	2 910			
	24	3 940	3 710	4 050	2 930	2 820	3 020	265	300	365
Moyenne		5 540	4 540	4 740	4 015	3 130	3 230			

En fait, le contenu du rumen (+ réseau) exprimé en matière sèche, a eu le même poids pour les deux premiers lots, quatre heures après le début du repas. Les différences observées dans les poids des contenus frais sont donc venues de la quantité d'eau contenue dans le rumen. Elles ont été probablement dues au fait que les agneaux du lot 1 semblent avoir bu plus d'eau que ceux des autres lots, au cours du repas de foin; il est également possible qu'ils aient sécrété une quantité de salive plus importante. En fait, quatre heures après le repas, le contenu du rumen (+ réseau) des agneaux du lot 3, exprimé en matière sèche, a été nettement inférieur à celui des agneaux des deux premiers lots.

La répartition du contenu digestif entre les divers compartiments a présenté de notables différences entre le lot 1 d'une part, les lots 2 et 3 de l'autre. Pendant les dix premières heures après le repas, le contenu du rumen (+ réseau) a représenté une proportion plus élevée du contenu digestif total, exprimé en matière fraîche, pour le lot 1 (72,0 p. 100) que pour les lots 2 (66,5 p. 100) et 3 (62,9 p. 100). Au contraire, dans le même intervalle, le contenu du feuillet a représenté une fraction du contenu digestif total beaucoup plus importante pour les agneaux recevant le

foin broyé (1,5 p. 100) ou la ration broyée (1,6 p. 100) que pour les agneaux recevant le foin normal (0,9 p. 100). Toutefois, l'évolution générale après le repas a été la même pour les trois lots, qui n'ont plus présenté de différences sensibles 17 heures après le début du repas.

Fermentations dans le rumen

Faible 4 heures après le début du repas, le pH du liquide du rumen a ensuite augmenté très régulièrement pour les agneaux des différents lots, en même temps que la concentration totale en acides gras volatils diminuait (tabl. 7). Avec le temps écoulé depuis le repas, la composition du mélange d'acides gras a subi une évolution importante caractérisée par l'augmentation de la proportion d'acide acétique au détriment des proportions d'acide propionique, d'acide butyrique ou des deux acides simultanément.

Cette évolution a été assez régulière chez les agneaux du lot 1 qui avaient probablement tous consommé une quantité importante de foin normal au cours du dernier repas. Elle a été encore relativement régulière chez les agneaux du lot 3 qui consommaient la ration broyée, de composition nécessairement constante. En revanche, la composition du mélange d'acides gras a varié de façon beaucoup plus irrégulière chez les agneaux du lot 2, probablement parce qu'ils ont dû consommer du foin broyé et de l'aliment concentré en quantité et en proportion très différentes d'un animal à l'autre. Il n'a malheureusement pas été possible de mettre en évidence ces variations individuelles, ni d'éliminer éventuellement les valeurs aberrantes, puisqu'on n'a pas analysé le liquide du rumen de chaque agneau mais seulement un échantillon moyen pondéré pour les 4 agneaux de chaque lot abattus à un même intervalle à partir du début du repas.

Dans ces conditions il n'est pas possible de comparer les trois régimes quant aux fermentations dans le rumen. Il est cependant intéressant de noter les valeurs très élevées présentées pendant les premières heures après le repas par la proportion d'acide butyrique chez les animaux recevant le foin normal et par celle d'acide propionique chez les animaux recevant la ration broyée.

DISCUSSION

Les trois lots d'agneaux ont eu au cours de l'essai une croissance très satisfaisante, avec des gains de poids journaliers de 245, 258 et 266 g en moyenne respectivement pour les lots 1, 2 et 3. La ration normale a donc assuré aux agneaux du lot 1 une vitesse de croissance élevée, comparable aux résultats rapportés par les contrôles de performances dans la race *Préalpes du Sud* (254 g/j entre 30 et 90 j pour des agneaux mâles simples élevés sous la mère en 1960-1961). Cette vitesse de croissance a été sensiblement améliorée d'abord par le broyage et le pressage du foin seul, ensuite par l'agglomération de la ration complète. L'état sanitaire a été très bon dans les trois lots, et les carcasses ont été de bonne qualité. Il est donc possible de produire des agneaux de boucherie du type demandé par le marché français avec du foin aggloméré ou avec une ration entièrement agglomérée.

TABLEAU 7
Concentration et composition du mélange d'acides gras volatils présent dans le rumen

Lot	pH			Concentration totale (g/l)			Composition molaire												
							Acide acétique (p. 100)			Acide propionique (p. 100)			Acide butyrique (p. 100)			Acides $\geq C_5$ (p. 100)			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
4	5,14	5,34	5,30	16,2	9,8	10,7	42,9	47,2	48,9	27,3	32,8	28,7	25,3	14,5	17,4	4,5	5,5	5,0	
	5,58	5,66	5,66	13,8	13,8	10,7	54,9	59,1	50,0	21,9	18,1	34,5	20,1	15,2	41,2	3,1	7,7	4,3	
7	6,14	6,09	6,67	8,2	8,4	8,6	59,3	47,7	63,6	23,9	27,7	46,1	11,5	17,7	12,0	5,3	6,9	8,3	
	7,07	7,44	7,13	4,8	4,6	7,8	61,0	64,3	57,9	17,8	16,4	49,4	12,6	11,2	14,2	8,5	8,1	8,4	
10	7,11	7,60	7,28	4,0	2,3	2,9	67,4	54,1	64,1	10,7	16,1	12,1	13,5	17,2	12,8	8,4	12,6	11,0	
17																			
24																			

Si les gains de poids journaliers des agneaux recevant le foin broyé (lot 2) ou la ration broyée (lot 3) ont été sensiblement plus élevés que ceux des agneaux recevant le foin normal (lot 1), ces différences ont cependant été beaucoup plus faibles que celles observées par les auteurs américains, et récapitulées par MINSON (1963). Cela peut être attribué essentiellement au fait que les agneaux des lots 2 et 3 n'ont pas consommé beaucoup plus d'aliments que ceux du lot 1 (tabl. 4), alors que, dans les travaux antérieurs, l'accroissement des gains de poids journaliers était dû principalement à l'augmentation des quantités consommées ; lorsque celles-ci étaient maintenues égales, le broyage et le pressage de la ration n'ont pas permis des gains de poids plus élevés (MEYER *et al.*, 1959).

On peut attribuer cette différence entre nos résultats et les essais américains à plusieurs causes :

— nos agneaux étaient âgés de dix semaines à l'entrée en expérience, donc beaucoup plus jeunes que ceux utilisés dans les essais antérieurs ;

— les agneaux recevant le foin normal ont eu la possibilité de choisir largement parmi le foin offert, ce qui peut avoir augmenté leur consommation ;

— la ration normale comprenait une proportion importante d'aliment concentré, et permettait une vitesse de croissance élevée. Or, d'après la revue de MINSON (1963), il semble que l'effet favorable du broyage et du pressage de la ration sur les quantités consommées, donc les gains de poids, soit d'autant plus marqué que la vitesse de croissance des agneaux recevant la ration normale est plus faible ;

— les agneaux recevant le foin broyé ou la ration broyée ont pu consommer de la paille de la litière ; néanmoins, au cours de l'étude du comportement alimentaire, nous n'avons pu relever aucune différence entre les lots à ce point de vue.

Les animaux recevant le foin broyé ou la ration broyée ont consommé un peu moins d'aliments par kg de gain de poids que les agneaux recevant le foin normal. Il n'est cependant pas possible de dire s'ils ont mieux utilisé l'énergie ingérée : en effet, on n'a pas mesuré le coefficient d'utilisation digestive des trois rations distribuées, et les mesures relevées sur les carcasses ne peuvent pas nous renseigner avec assez de précision sur la composition et la valeur calorifique de celles-ci.

Il est néanmoins vraisemblable que les agneaux des lots 2 et 3 ont consommé une ration moins digestible que celle ingérée par les agneaux du lot 1 ; ils n'ont pas pu trier le foin, et ont de ce fait consommé une ration plus riche en cellulose brute et plus pauvre en matières azotées que la fraction effectivement consommée de la ration normale (tabl. 1) ; de plus, on sait que le coefficient de digestibilité apparente du foin broyé est pratiquement toujours inférieur à celui du foin long (cf. la revue de MINSON, 1963). Comme les agneaux des lots 2 et 3 ont, en outre, consommé légèrement moins de matière sèche par kg de gain de poids vif que ceux du lot 1, et que les gains de poids ont eu sensiblement la même composition (tout au moins pour le lot 2), il est donc possible que ces agneaux aient utilisé plus efficacement l'énergie des aliments que ceux recevant la ration normale.

Les agneaux recevant le foin broyé ont passé moins de temps à consommer leur ration et à ruminer que ceux recevant la ration normale, et ont consommé le foin broyé en un grand nombre de petits repas, comme l'avaient observé BÉRANGER et JARRIGE (1962) avec des bœufs, et RUCKEBUSCH et MARQUET (1963) avec des moutons ; de plus, ils ont effectué un grand repas d'aliment concentré après chaque distribution.

Les modifications apportées à la présentation de la ration ont donc entraîné des variations au cours de la journée dans la composition de la matière sèche ingérée, qui ont pu modifier les fermentations du rumen différemment suivant les régimes. Il n'est pas impossible que les différences entre les comportements alimentaires des trois lots soient en définitive la cause des modifications des fermentations du rumen, comme l'ont supposé BÉRANGER et JARRIGE (1962) dans leur essai sur bœufs.

Il semble néanmoins que le protocole adopté, qui limitait la quantité d'aliment concentré offerte aux lots 1 et 2, n'ait pas permis de mettre pleinement en évidence l'influence du broyage et du pressage du foin sur les quantités totales d'aliments ingérées ; pour y parvenir, il faut distribuer aux animaux le foin et l'aliment concentré à volonté. Cette nouvelle étude fera l'objet de la prochaine publication dans laquelle certains des résultats précédents pourront être discutés de façon plus approfondie.

Reçu pour publication en décembre 1964.

SUMMARY

UTILIZATION OF PELLETTED FEEDS BY SLAUGHTER LAMBS

1. The same ration, composed of lucerne hay and a concentrate, was given to three groups of 24 lambs (aged 10 weeks), in three different forms : 1) normal hay and pelleted concentrate ; 2) pelleted hay and pelleted concentrate ; 3) hay and concentrate, pelleted together, given *ad lib.*

The animals of groups 1 and 2 were given hay *ad lib.*, and the same quantity of concentrate as those of group 3.

The lambs were slaughtered at an average live-weight of 34 kg.

2. Measurements were made of the quantities consumed each day by the different groups, the live-weight gains of the animals, their feeding behaviour, the quality and the fat content of the carcasses, the weight and composition of the content of the digestive tract, and the concentrations of volatile fatty acids in the rumen fluid.

3. The lambs receiving the pelleted hay (group 2) or the pelleted ration (group 3) had a higher growth rate than those of group 1 receiving the normal ration, but not significantly (table 2).

The measurements of the composition of the carcasses lacked accuracy, but there has been a slight tendency for the carcasses of group 3 to have a lower fat content than those of groups 1 and 2.

4. The three groups consumed similar quantities of dry matter. The lambs receiving the pelleted hay spent significantly less time in consuming their food and ruminating than those of group 1 receiving the pelleted hay (table 5, fig. 1).

The animals receiving pelleted hay (2) or the pelleted ration (3) consumed 5 p. 100 less dry matter per kg of live weight gain than those receiving the normal ration (table 4). But these lambs left a high percentage of hay refusals : thus the composition of the ration they ate was slight lyimproved (table 1), and, if the hay refused is taken to account, groups 2 and 3 used 23 p. 100 less food per kg live weight gain.

5. The concentration of volatile fatty acids in the rumen fluid, and the composition of the mixture of these acids showed marked variations between the three groups, which could be partly attributed to the differences in composition of the food eaten in a given meal, as indicated by the study of the feeding behaviour (table 5).

6. The results are discussed : the lambs receiving the pelleted hay or the pelleted ration, had a higher growth rate than the lambs receiving the normal ration ; however this difference has been slight, due to the fact that the food intake has been approximately the same for the three groups. The efficiency of the utilisation of food seemed to have been improved by pelleting the hay or the ration, but the lack of information about the carcass composition does not allow a definitive conclusion.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BEARDSEY D. W., 1964. Symposium on forage utilization : nutritive value of forage as affected by physical form. Part II. Beef cattle and sheep studies. *J. Anim. Sci.*, **23**, 239-245.
- BÉRANGER C., JARRIGE R., 1962. Utilisation des aliments broyés et agglomérés par les bovins. I. Comparaison du foin de luzerne normal et du foin de luzerne broyé dans l'alimentation du bœuf à l'engrais. *Ann. Zootech.* **11**, 273-294.
- BOCCARD R., DUMONT B. L., 1960. Note sur la mesure et la variation de l'adiposité des carcasses d'agneau. VI, *Réunion des Instituts de Recherches sur la viande, Utrecht*.
- JOHNSON R. R., RICKETTS G. E., KLOSTERMAN E. W., MOXON A. L., 1964. Studies on the utilization and digestion of long, ground and pelleted alfalfa and mixed hay. *J. Anim. Sci.*, **23**, 94-99.
- BUTCHER J. E., RALEIGH R. J., 1962. Effect of oxytetracycline, stilbestrol, and pelleted feed on fattening whiteface and blackface crossbred wether lambs. *J. Anim. Sci.*, **21**, 716-719.
- GRIEVE C. M., ROBBLEE A. R., BERG R. T., McELROY L. W., 1963. Native lowland hay in pelleted and non-pelleted rations for sheep. I. Effects on feed consumption, rate of gain, efficiency of feed utilization and digestibility. *Canad. J. Anim. Sci.*, **43**, 189-195.
- HOPKINS H. A., FONTENOT J. P., MESTANZA W. M., 1960. Effect of grinding and pelleting on feedlot performance, digestibility and incidence in rumen parakeratosis in lambs. *J. Anim. Sci.*, **19**, 652. (Abstr.).
- JAMES A. T., MARTIN J. P., 1951. Gaz-liquid partition chromatography : Microestimation of volatile fatty acids from formic acid to dodecanoic acid. *Bioch. J.*, **50**, 679-690.
- MEYER J. H., GASKILL R. L., STOEWSAND G. S., WEIR W. C., 1959. Influence of pelleting on the utilization of alfalfa. *J. Anim. Sci.*, **18**, 336-346.
- MEYER J. H., WEIR W. C., JONES L. G., HULL J. L., 1960. Effects of stage of maturity, dehydrating versus field curing, and pelleting on alfalfa hay quality, as measured by lamb gains. *J. Anim. Sci.*, **19**, 283-294.
- MINSON D. J., 1963. The effect of pelleting and wafering on the feeding value of roughage—a review. *J. Brit. Grassl. Soc.*, **18**, 39-44.
- NICHOLSON J. W. G., CUNNINGHAM H. M., 1964. The effect of organic acid salts on growth and rumen volatile fatty acids of sheep fed pelleted or chopped high-roughage rations. *Canad. J. Anim. Sci.*, **44**, 58-67.
- RUCKEBUSCH Y., MARQUET J. P., 1963. Recherches sur le comportement alimentaire chez les ruminants. I. Influence de la structure physique des aliments. *Rev. Med. vet.*, **114**, 833-857.
- THOMPSON G. B., LYONS D. T., PFANDER W. H., 1957. Fattening lamb responses to rations fed in various physical forms with special emphasis on rumen changes. *J. Anim. Sci.*, **16**, 1680. (Abstr.).
- WEIR W. C., MEYER J. H., GARRETT W. N., LOFGREEN G. P., ITTNER N. R., 1959. Pelleted rations compared to similar rations fed chopped or ground for steers and lambs. *J. Anim. Sci.*, **18**, 805-814.
- WOODS W., RHODES R. W., 1962. Effect of varying roughage to concentrate ratios on the utilization by lambs of rations differing in physical form. *J. Anim. Sci.*, **21**, 479-482.