

ÉTUDE DE LA PRODUCTION DE LA VIANDE CHEZ LES OVINS

IX. — VARIATION DE L'ORGANISATION DE LA MUSCULATURE DE L'AGNEAU EN FONCTION DE LA VITESSE DE CROISSANCE

R. BOCCARD et B. L. DUMONT *

*Station de recherches sur la viande,
Centre de Recherches de Clermont-Ferrand, I. N. R. A.,
Theix, 63110 Beaumont*

** Laboratoire de recherches sur la viande,
Centre national de Recherches zootechniques, I. N. R. A.,
78350 Jouy en Josas*

RÉSUMÉ

On a étudié l'importance relative des principaux muscles d'agneaux de race *Préalpes*, élevés à deux vitesses de croissance (respectivement 69 et 258 g/jour). Les animaux ont été considérés à des âges variables (à la naissance, à 20, 40, 60 et 80 jours) et à poids de muscle différents (2 000, 3 000 et 4 000 g de musculature totale). Avec l'âge, quelle que soit la vitesse de croissance, on a noté une légère modification de l'importance relative des diverses régions musculaires, qui conduit à un faible remodelage de la masse musculaire au travers de l'ensemble du corps. A poids de muscle comparable, il n'est pas possible d'envisager de façon formelle l'existence d'une homéostasie stricte pour la composition musculaire. On enregistre dans la proportion des divers muscles de légères différences dont les conséquences économiques sont minimales.

A un stade de développement musculaire identique, la vitesse de croissance n'influence pas la valeur du rapport muscle/squelette. Ce rapport, qui s'accroît régulièrement avec l'âge et la masse de la musculature paraît être, à un poids donné de muscle, indépendant de l'âge ou des conditions nutritionnelles imposées aux animaux.

INTRODUCTION

Il a été établi chez l'Agneau que la valeur du coefficient d'allométrie des tissus n'est pas une constante propre d'un stade de développement corporel mais une variable fonction de la vitesse de croissance, c'est-à-dire fonction, à la fois, de l'âge et du

poids de l'animal (BOCCARD, LE GUELTE et ARNOUX, 1964). Dans le cas de la musculature cette variation a été étudiée pendant la première phase de la croissance post natale sur des ensembles d'animaux élevés à des vitesses de croissance très différentes, allant de 75 à 275 grammes de gain journalier (BOCCARD et DUMONT, 1970). Il a été ainsi montré que la variation de vitesse de croissance des agneaux entre la naissance et trois mois modifie la valeur du coefficient d'allométrie de l'ensemble de la musculature par rapport au poids vif vide, ainsi que celle des différents muscles.

Il nous a paru intéressant d'envisager, dans le présent travail, les conséquences zootechniques de ces phénomènes sur l'organisation de la musculature.

Dans ce but on a étudié l'importance relative des différents muscles chez des agneaux de même âge et de poids de musculature différents et chez des agneaux de même poids total de muscle, mais d'âges différents. On a considéré aussi, entre ces animaux, les variations du rapport de la musculature au squelette qui la supporte.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les animaux considérés dans cette étude ont été choisis parmi le matériel animal déjà utilisé dans un travail antérieur (BOCCARD et DUMONT, 1970) et dont les principales caractéristiques étaient les suivantes.

Il s'agissait d'agneaux mâles de race *Préalpes* choisis de même poids à la naissance (3 500 g \pm 100 g) ; ils étaient élevés en cage individuelle à un régime lacté exclusif, selon plusieurs niveaux de croissance leur assurant un gain constant de poids journalier. Les animaux furent abattus et disséqués à des âges successifs régulièrement espacés de la naissance à trois mois. Parmi tous ces animaux on a choisi, pour le présent travail, ceux dont la vitesse de croissance avait été soit la plus élevée, soit la plus faible des différents niveaux étudiés. On a ainsi constitué deux lots expérimentaux H et L comprenant respectivement huit et dix animaux.

On a retenu de considérer le poids vif vide, le poids de la musculature totale (muscles de la tête et langue inclus) et le poids de cinquante-trois muscles dont la liste figure au tableau 4. Ces muscles ont été choisis en raison de leur masse (leur ensemble représente environ les trois-quarts du poids de la musculature) ou de leur facilité de dissection.

Dans chacun des lots on a établi par la méthode des moindres carrés l'équation de régression de la masse corporelle vide par rapport à l'âge, et celle du poids de la musculature totale par rapport à l'âge.

On a établi aussi les équations de régression du poids de cinquante-trois muscles sur le poids de la musculature totale. Pour l'exécution du calcul on a tenu compte pour chaque animal du poids du muscle gauche et du muscle droit. A partir des relations obtenues on a estimé le poids moyen attribuable à chacun des muscles considérés soit à des âges fixés (respectivement 20, 40, 60 et 80 jours) ou à des états de développement musculaire différents correspondant respectivement à un poids de musculature totale de 2000, 3000 et 4000 grammes.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Masse corporelle vide et musculature totale

La variation de la masse corporelle vide Y (en grammes) en fonction de l'âge X (en jours) s'exprimait par les relations suivantes :

$$\text{Lot H : } Y = 258,39 X + 3\,545,1 \quad \text{avec} \quad r_{X/Y} = + 0,9998 \quad \text{et} \quad s_{Y/X} = 158,6 ;$$

$$\text{Lot L : } Y = 69,05 X + 3\,439,9 \quad \text{avec} \quad r_{X/Y} = + 0,9970 \quad \text{et} \quad s_{Y/X} = 181,1.$$

Pendant la période de croissance considérée, l'accroissement de la masse de la musculature s'est effectuée de façon régulière, comme l'indiquent les équations de régression du poids de muscle Y (en grammes) en fonction de l'âge X (en jours) pour les deux lots d'animaux :

$$\text{Lot H : } Y = 94,081 X + 1\,071,837 \quad \text{avec } r_{X/Y} = + 0,997 \text{ et } s_{Y/X} = 265,2 ;$$

$$\text{Lot L : } Y = 30,497 X + 1\,114,228 \quad \text{avec } r_{X/Y} = + 0,989 \text{ et } s_{Y/X} = 168,4.$$

Le tableau 1 indique la masse de la musculature des agneaux des deux lots à différents âges qui seront pris en considération dans la discussion.

On note que le rapport des coefficients d'accroissement de la musculature entre les deux lots est plus faible (3,08) que le rapport des coefficients d'accroissement des gains de poids vif (3,74). Ce résultat est en accord avec les observations antérieures (BOCCARD et DUMONT, 1970) qui indiquaient une baisse importante et significative des coefficients d'allométrie de la musculature par rapport au poids vif vide quand le gain journalier variait de 75 à 275 grammes.

TABLEAU I

Importance de la musculature totale (en g) des agneaux du Lot L et du Lot H à différents âges

Age en jours	Naissance	10 jours	20 jours	30 jours	40 jours	60 jours	80 jours
Lot L	1 072	1 419	1 724	2 029	2 334	2 994	3 554
Lot H	1 114	2 012	2 953	3 894	4 835	6 717	8 598

Importance relative des muscles

Le tableau 2 indique l'importance relative des principaux muscles ou groupes de muscles à âge identique et à poids de musculature différent. Le tableau 3 indique les mêmes pourcentages pour les agneaux d'âges différents mais de même poids de musculature.

Avec l'âge on enregistre une augmentation du rapport des masses de la musculature totale de chacun des deux lots d'agneaux, rapport qui passe de 1,71 à 2,42 entre 20 et 80 jours d'âge. Simultanément (ou parallèlement) on note une modification de l'importance relative de diverses régions qui conduit à un certain remodelage de la masse musculaire au travers de l'ensemble du corps. Ainsi, dans chacun des deux lots, la part des muscles de l'encolure et du membre antérieure diminue-t-elle, alors que l'importance relative du muscle Long dorsal augmente sensiblement, tandis que celle du muscle Long vaste varie très peu. Cependant cette modification de la répartition de la musculature avec l'âge est-elle-même influencée par la vitesse de croissance des animaux. Cette influence est particulièrement nette au niveau de la région abdominale dont le pourcentage demeure constant chez le lot L, et augmente régulièrement, tout en étant plus élevé, dans le lot H. On retrouve, mais de façon moins prononcée, le même phénomène dans le cas du muscle Pectoral ascendant.

TABLEAU 2

Pourcentage de la musculature totale représenté par chaque muscle ou groupe de muscles des agneaux du lot L et du lot H, à différents âges

Lot L					
Muscles et groupe de muscles	Naissance	20 jours	40 jours	60 jours	80 jours
Encolure	9,95	8,75	8,20	7,89	7,67
Région abdominale	4,74	5,54	5,52	5,50	5,50
Membre antérieur	11,26	11,38	11,00	10,78	10,64
Long dorsal	6,33	8,03	8,75	9,17	9,45
Région fessière	3,82	4,12	4,33	4,45	4,53
Cruraux internes	7,07	8,10	8,70	9,05	9,27
Cruraux antérieurs	7,75	7,72	7,72	7,72	7,72
Long vaste	4,49	4,78	4,81	4,83	4,84
Pectoral ascendant	2,60	2,60	2,58	2,57	2,56

Lot H					
Muscles et groupe de muscles	Naissance	20 jours	40 jours	60 jours	80 jours
Encolure	9,95	8,16	7,93	7,82	7,77
Région abdominale	4,74	6,61	7,09	7,29	7,41
Membre antérieur	11,26	10,46	10,25	10,16	10,11
Long dorsal	6,33	8,85	9,41	9,66	9,80
Région fessière	3,82	4,03	4,11	4,15	4,16
Cruraux internes	7,07	8,14	8,21	8,25	8,27
Cruraux antérieurs	7,75	7,36	7,15	7,05	7,00
Long vaste	4,49	4,91	4,90	4,90	4,90
Pectoral ascendant	2,60	2,93	3,02	3,05	3,07

Les groupes de muscles mentionnés dans ce tableau comprennent ceux des muscles du Tableau 4 portant les numéros suivants :

- *Encolure* (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12) ; *région abdominale* (15, 16, 17, 18) ;
- *Membre antérieur* (22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33) ; *Long dorsal* (52) ;
- *Région fessière* (34, 35, 36, 37) ; *Cruraux internes* (41, 47, 48) ;
- *Cruraux antérieurs* (42, 43, 44, 45, 46) ; *Long vaste* (51) ; *Pectoral ascendant* (14).

TABLEAU 3

Pourcentage de la musculature totale représenté par chaque muscle ou groupe de muscles chez des agneaux de même poids de musculature

Age en jours	Lot L		Lot H	
	30	90	10	30
Encolure	8,46	7,53	8,44	8,00
Région abdominale	5,53	5,49	6,03	6,93
Membre antérieur	11,18	10,56	10,71	10,32
Long dorsal	8,41	9,59	8,17	9,23
Région fessière	4,23	4,57	3,94	4,09
Cruraux internes	8,42	9,40	8,04	8,19
Cruraux antérieurs	7,72	7,71	7,62	7,22
Long vaste	4,79	4,85	4,92	4,90
Pectoral ascendant	2,59	2,56	2,83	2,99

Toutefois, dans les comparaisons des deux lots d'animaux, on doit bien considérer qu'à âge égal on a affaire à des individus dont le degré de développement est très différent puisque, du strict point de vue de la croissance musculaire globale, un agneau de 80 jours du groupe L correspond à un agneau de 27 jours du groupe H. Dans ces conditions, il peut apparaître plus judicieux, pour apprécier l'influence propre de la vitesse de croissance sur la répartition de la musculature, de considérer l'évolution de la composition des animaux entre deux poids de musculature (2 000 et 4 000 g) atteints à des âges différents dans les deux lots, comme l'indique le tableau 3.

Il ressort des résultats mentionnés dans ce tableau qu'avec l'accroissement de la musculature, on assiste aux mêmes modifications générales que celles enregistrées avec l'âge : diminution de l'encolure et du membre antérieur, augmentation du muscle Long dorsal, maintien du muscle Long vaste. L'influence de la vitesse de croissance

TABLEAU 4

Importance relative des principaux muscles chez trois types d'agneaux

Types d'agneaux	A	B	C	Types d'agneaux	A	B	C
Age (en jours)	20	60	60	Age (en jours)	20	60	60
Poids de muscles (en g)	2 953	2 944	6 717	Poids de muscles (en g)	2 953	2 944	6 717
1 Long costal	0,42	0,49	0,39	29 Court fléchisseur de l'avant bras	0,47	0,48	0,44
2 Long épineux	1,50	1,32	1,40	30 Gros anconé	2,46	2,46	2,37
3 Grand oblique de la tête	0,41	0,45	0,36	31 Accessoire du gros anconé	0,25	0,27	0,28
4 Long du cou	0,32	0,35	0,33	32 Anconé externe	0,85	0,74	0,75
5 Sternocéphalique	0,52	0,52	0,45	33 Anconé interne	0,24	0,24	0,21
6 Brachiocéphalique et Omo trachélien	1,96	1,94	2,03	34 Fessier moyen	2,83	3,00	2,97
7 Trapèze	0,89	0,81	0,87	35 Fessier profond	0,41	0,54	0,39
8 Rhomboïde	0,65	0,65	0,64	36 Accessoire du fessier profond	0,27	0,31	0,26
9 Dentelé du cou	2,54	2,51	2,72	37 Obturateur externe et Obturateur interne	0,53	0,60	0,53
10 Grand dentelé du thorax	1,54	1,22	1,47	38 Couturier	0,19	0,17	0,19
11 Splénius	0,21	0,16	0,25	39 Droit interne	0,81	0,73	0,81
12 Grand complexus	1,27	1,20	1,16	40 Pectiné	0,52	0,52	0,48
13 Grand dorsal	1,63	1,64	1,65	41 Adducteur de la cuisse	1,89	2,20	1,91
14 Pectoral ascendant	2,93	2,57	3,05	42 Tenseur de fascia lata	0,93	1,01	0,91
15 Oblique externe	1,86	1,51	1,99	43 Droit antérieur	2,23	2,33	2,21
16 Droit de l'abdomen	2,29	1,76	2,60	44 Vaste externe	2,39	2,41	2,24
17 Transverse de l'abdomen	1,02	0,99	1,11	45 Vaste interne	0,91	0,96	0,84
18 Oblique interne de l'abdomen	1,44	1,25	1,60	46 Vaste intermédiaire	0,92	1,00	0,85
19 Petit psoas	0,60	0,49	0,57	47 Demi tendineux	1,71	1,93	1,89
20 Grand psoas	1,37	1,39	1,45	48 Demi membraneux	4,53	4,92	4,45
21 Iliaque	0,66	0,73	0,68	49 Jumeau externe et Jumeau interne	1,98	1,99	1,79
22 Deltôïde	0,44	0,44	0,47	50 Planto perforé	0,57	0,57	0,50
23 Sus épineux	1,85	2,07	1,68	51 Long vaste	4,91	4,83	4,90
24 Sous épineux	1,80	1,75	1,84	52 Long dorsal	8,86	9,17	9,66
25 Petit rond	0,14	0,16	0,14				
26 Sous scapulaire	0,93	1,03	0,94				
27 Grand rond	0,48	0,61	0,50				
28 Long fléchisseur de l'avant bras	0,56	0,54	0,55				

est particulièrement nette pour la région abdominale dont le développement relatif est freiné par l'abaissement de la vitesse de croissance, et pour la région crurale interne où se produit le phénomène inverse.

Entre sujets de même âge ou de même poids, il existe pour les divers muscles de légères différences d'importance relative dont le tableau 4 indique l'ordre de grandeur en présentant les résultats de la composition de trois types d'animaux, dont le second (B) est comparable au premier (A) quant au poids total de muscle, et comparable au troisième (C) pour l'âge.

A l'examen de ces résultats il ne paraît pas possible d'envisager de façon formelle l'existence d'une homéostasie stricte de composition musculaire, à poids de musculature comparable, entre animaux ayant subi des vitesses de croissance différentes. Ces observations conduisent donc à des conclusions légèrement différentes de celles de BUTTERFIELD et JOHNSON (1968).

On doit toutefois noter que sur le plan zootechnique, et de là sur le plan de la valeur des carcasses produites, les variations enregistrées peuvent être considérées comme de faible importance, sans grandes conséquences économiques.

Au plan biologique, il faut remarquer que les modifications les plus importantes paraissent se situer très précocement dans le développement post natal, dans les vingt premiers jours de la vie.

Quoi qu'il en soit, la manipulation de la composition musculaire par le biais d'intervention sur la vitesse de croissance imposée aux animaux ne peut entraîner au-delà d'un certain âge que de légères modifications individuelles dans la composition musculaire relative. L'accumulation de ces modifications dans une zone anatomique déterminée peut cependant entraîner au niveau de l'ensemble de muscles concernés de cette région des différences notables comme celles qui sont rapportées au tableau 3.

Rapport Muscle/Os

Avec l'âge on enregistre une augmentation régulière de l'importance du squelette dont la masse Y (en grammes) est liée à l'âge X (en jours) par les relations suivantes, pour chacun des deux lots :

$$\begin{array}{ll} \text{Lot H : } Y = 29,586 X + 761,735 & \text{avec } r_{X/Y} = + 0,998 \text{ et } s_{Y/X} = 69,0 ; \\ \text{Lot L : } Y = 9,507 X + 804,055 & \text{avec } r_{X/Y} = + 0,988 \text{ et } s_{Y/X} = 55,2. \end{array}$$

On observe que le rapport des coefficients d'accroissement de la masse du squelette entre les deux lots est, comme dans le cas des muscles, plus faible (3,12) que le rapport des coefficients d'accroissement de gains de poids vif (3,74).

Le tableau 5 indique la valeur du rapport de la masse de la musculature à la masse du squelette d'agneaux de même âge, alors que le tableau 6 indique les valeurs de ce rapport pour des agneaux présentant le même stade de développement musculaire. Au cours de la croissance, dans chacun des lots, mais d'une façon plus marquée dans le cas du lot H, on assiste à une augmentation de la valeur du rapport. Cette augmentation qui a aussi été signalée chez le jeune veau (DUMONT et BOCCARD, 1967) résulte des différences notables de coefficient d'allométrie existant entre le tissu osseux et le tissu musculaire chez l'Agneau (TULLOH, 1963 a; BOCCARD, LE GUELTE et ARNOUX 1964; BENEVENT, 1971). Il est dès lors logique d'observer de notables différences de valeur du rapport muscle/squelette pour les agneaux de même

TABLEAU 5

Valeur du rapport musculature/squelette (M/S) à différents âges

Age (en jours)	Lot H			Lot L		
	Poids des muscles (M) en g	Poids du squelette (S) en g	Rapport M/S	Poids des muscles (M) en g	Poids du squelette (S) en g	Rapport M/S
20	2 953	1 353	2,18	1 724	994	1,73
40	4 835	1 945	2,49	2 334	1 184	1,97
60	6 717	2 537	2,65	2 944	1 374	2,14
80	8 598	3 129	2,75	3 554	1 565	2,27

âge dans les deux lots dont les poids vifs sont très différents. Par contre, à un stade de développement musculaire identique (cf tableau 6) la vitesse de croissance ne paraît pas influencer la valeur du rapport muscle/squelette qui s'accroît régulièrement avec l'augmentation de la masse de l'ensemble de la musculature. Ces résultats

TABLEAU 6

Valeur du rapport musculature/squelette (M/S) à différents stades de développement musculaire

Importance de la musculature (en g)	Lot H	Lot L
2 000	1,89	1,85
3 000	2,19	2,16
4 000	2,38	2,35

suggèrent que dans la première partie de la vie post natale de l'agneau le rapport muscle/squelette est, pour une race donnée, essentiellement le reflet du poids de l'animal et qu'à un poids déterminé il est indépendant de l'âge ou de l'histoire ou du passé nutritionnels des animaux.

La constance du rapport muscle/squelette, à un poids donné de muscle, observée ici, est évidemment une constance moyenne. Les valeurs des écarts-types des estimations de la musculature et du squelette, mentionnées pour les deux lots avec les équations de régression, laissent supposer en effet, l'existence d'une variabilité individuelle qui pourrait, entre autres facteurs possibles, avoir une origine génétique.

CONCLUSION

Au total, il apparaît donc que la vitesse de croissance influence, dans certaines limites, l'organisation de la musculature des jeunes agneaux dans la première phase de leur croissance post natale.

Cette influence est toutefois d'une importance limitée, dans ses conséquences économiques, d'autant qu'à une assez faible variation dans l'importance de la répartition des muscles, s'ajoute, pour un poids de muscle donné, une remarquable constance du rapport muscle/squelette. L'influence de la vitesse de la croissance sur l'importance relative des différents muscles, mise en évidence ici, s'est manifestée sur des animaux obtenus dans des conditions de croissance strictement contrôlées. Cette situation, comme l'avait déjà suggéré TULLOH (1963 *b*), est sans doute indispensable à la perception d'un phénomène apparemment assez subtil.

Reçu pour publication en juin 1973.

REMERCIEMENTS

Ce travail a bénéficié de la collaboration, pour les travaux de dissection, de M. Olivier SCHMITT et de l'aide de Madame Joséphine ROUSSEL pour le dépouillement des résultats. Nous leur en sommes très reconnaissants.

Nous remercions MM. BÉNÉVENT et FLAMANT pour les critiques et suggestions qu'ils nous ont fournies à la lecture du manuscrit.

SUMMARY

MEAT PRODUCTION IN SHEEP

IX. — VARIATION IN THE ORGANIZATION

OF LAMB MUSCULATURE ACCORDING TO GROWTH RATE

A study has been made on the relative importance of the main muscles in lambs of the *Préalpes* breed, reared at two different growth rates (69 and 258 g/day respectively). The animals were considered at various ages (at birth, at the age of 20, 40, 60 and 80 days) and at different muscle weights (2 000, 3 000 and 4 000 g of total musculature). Whatever the growth rate, a slight age depending change in the relative importance of the various muscular regions was noted resulting in a small « remodelling » of the total mass of muscles in the whole body. For comparable muscle weights, it is not possible categorically to admit the existence of a strict anatomical homeostasis for the muscle composition. As for the proportion of various muscles, slight differences have been recorded, but with only very small economic consequences.

At identical states of muscular development, the growth rate did not affect the muscle/bone ratio. This ratio, which increased regularly with the age and the mass of musculature, seemed at a given muscle weight to be independent of the age or nutritional conditions of the animals.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BÉNÉVENT M., 1971. Croissance relative pondérale postnatale dans les deux sexes, des principaux tissus et organes de l'agneau *Mérinos d'Arles*. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **11**, 5-39.
- BOCCARD R., LE GUELTE P., ARNOUX J., 1964. Influence de la vitesse de croissance sur la valeur des coefficients d'allométrie des tissus corporels de l'Agneau. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, **258**, 1908-1909.

- BOCCARD R., DUMONT B. L., 1970. Étude de l'accroissement relatif de la musculature en fonction de la vitesse de croissance corporelle chez l'Agneau (*Ovis aries*). *C. R. séances Soc. Biol.*, **164** (6), 1251-1253.
- BUTTERFIELD R. N., JOHNSON E. R., 1968. The effect of growth rate of muscle in cattle on conformation as influenced by muscle-weight distribution, in *Growth and Development of mammals*, edited by G. A. Lodge and G. E. Lamming (Butterworths : London), 212-223.
- DUMONT B. L., BOCCARD R., 1967. Critères modernes d'amélioration génétique des populations bovines dans le monde. Le rapport Muscle/Os, critère de sélection des bovins de boucherie. 2nd *Symp. Inter. Anim. Prod.* (Milan avril 1967), 149-155.
- TULLOH N. M., 1963 *a*. Relation between carcass composition and live weight of sheep. *Nature*, **197**, (4869) 809-810.
- TULLOH N. M., 1963 *b*. The carcass compositions of sheep, cattle and pigs as functions of body weight, in *Carcass composition and appraisal of meat animals*. C. S. I. R. O., publisher.
-