

Evolution de la composition corporelle de jeunes bovins mâles entiers de race limousine entre 9 et 19 mois

II. — Composition chimique et valeur calorifique

J. ROBELIN, Y. GEAY et C. BÉRANGER

avec la collaboration technique de Christiane BARBOIRON et Roland JAILLER

*Laboratoire de la Production de Viande
Centre de Recherches de Clermont-Ferrand, I.N.R.A.,
Theix, Saint-Genès-Champagnelle, 63110 Beaumont (France)*

Résumé

L'évolution de la composition chimique (eau, lipides, minéraux, protéines) et de la valeur calorifique des différents tissus et de la masse corporelle des taurillons Limousins entre 9 et 19 mois (300 à 650 kg) est décrite grâce à la méthode des abattages (5 animaux analysés à 4 stades).

Dans la plupart des tissus, on observe un accroissement de la teneur en lipides au détriment de la teneur en eau.

Les coefficients d'allométrie des différents constituants chimiques sont respectivement égaux à 1,48 pour les lipides; 1,02 pour les protéines; 0,92 pour l'eau et 0,85 pour les minéraux. Le coefficient de l'énergie est égal à 1,25. La croissance relative des lipides et de l'énergie augmente entre 300 et 600 kg de 1,04 à 2,23 et de 1,03 à 1,71 respectivement.

Le pourcentage d'eau dans la masse délipidée décroît de 74,0 à 72,9 p. 100 alors que le pourcentage de protéines s'accroît de 21,7 à 23,1 p. 100 lorsque la masse délipidée augmente de 250 à 500 kg. L'ensemble eau + lipides représente une proportion constante de la masse corporelle (75,9 p. 100) quel que soit l'âge des animaux. La teneur en protéines du croît demeure pratiquement constante (20-21 p. 100) quel que soit l'âge des animaux. En revanche, la teneur en lipides et la valeur calorifique augmentent tandis que la teneur en eau diminue en fonction de l'âge.

Les relations entre constituants chimiques et notamment la notion de masse délipidée sont discutées. La comparaison des résultats aux données bibliographiques montre les principales particularités des taurillons Limousins : potentiel de croissance protéique élevé associé à un faible dépôt de lipides, entraînant une faible valeur calorifique du croît.

Introduction

L'évolution du poids des principaux tissus et organes des taurillons de race Limousine entre 9 et 19 mois, décrite dans un précédent article (ROBELIN, GEAY et BÉRANGER, 1977), a révélé certaines particularités de ces animaux qui ont un potentiel de croissance musculaire élevé par rapport aux bovins étudiés précédemment : mâles entiers de race Pie Noire (ROBELIN, GEAY et BÉRANGER, 1974; SCHULZ, OSLAGE et DAENICKE, 1974; ANDERSEN, 1975) ou mâles castrés de race Anglo-Saxonne (CALLOW, 1948; TULLOH, 1963; ANONYME, 1966).

Afin de mieux préciser les particularités de ces animaux tardifs de race à viande, il était nécessaire de connaître également leur composition chimique et son évolution, par rapport aux données obtenues sur des bovins plus précoces (MOULTON, TROWBRIDGE et HAIGH, 1922; SEEBECK et TULLOH, 1969; SCHULZ, OSLAGE et DAENICKE, 1974; JESSE *et al.*, 1976). C'est en effet la composition chimique du croît en lipides et protéines qui détermine en grande partie les besoins nutritionnels pour la croissance et par suite l'efficacité alimentaire des animaux.

Les résultats présentés dans ce texte concernent l'évolution de la composition chimique des principaux tissus et de la masse corporelle (corps entier — contenus digestifs) des taurillons Limousins entre 9 et 19 mois.

Matériel et méthodes

On a mesuré la composition chimique des différents tissus de 20 animaux abattus à l'âge de 9, 13, 16 et 19 mois (5 animaux par stade) (ROBELIN, GEAY, BÉRANGER, 1977). Ces stades d'abattage ont été choisis essentiellement sur la base de considérations zootechniques. L'âge de 9 mois (poids vif voisin de 300 kg) correspond au sevrage, les âges de 13 et 16 mois correspondent à des stades d'abattage commercial. Enfin, l'âge de 19 mois (poids vif voisin de 700 kg) apparaissait comme un stade d'abattage ultime, pour la production de viande par des jeunes bovins en croissance rapide et continue.

Au cours de la période expérimentale, les animaux ont reçu à volonté une ration comportant 73 p. 100 d'aliment concentré, 20 p. 100 de luzerne déshydratée et 7 p. 100 de foin de luzerne. Leur croît journalier moyen a été de 1 226 g (ROBELIN, GEAY, BÉRANGER, 1977).

Après l'abattage, le « cinquième quartier » a été séparé en 6 éléments : sang, dépôts adipeux (périrénaux, péritonéaux, mésentériques, périardiaux), tractus digestif vide, organes et tissus mous de la tête et des pieds, cuir, os de la tête et des pieds. Par dissection, la demi-carrosse gauche a également été séparée en 5 éléments : os, muscles, dépôts adipeux sous-cutanés, intermusculaires et internes. Chacun de ces 11 éléments a été broyé finement et homogénéisé. La teneur en eau a été mesurée sur 3 échantillons de 200 g environ par évaporation jusqu'à poids constant dans une étuve ventilée (90°), et par lyophilisation pendant 24 heures. La teneur en eau des tissus de la carcasse a été corrigée pour tenir compte des pertes de poids entre l'abattage et le broyage. La différence entre le poids vif enregistré immédiatement avant l'abattage et la somme des poids de ses constituants mesurés immédiatement après toujours inférieure à 1 p. 100 du poids

des animaux, a été attribuée à des pertes de contenu digestif. Les échantillons lyophilisés ont été broyés de nouveau puis conservés en chambre froide (-15°).

Ultérieurement, ces échantillons lyophilisés ont fait l'objet d'une analyse chimique, précédée par une nouvelle détermination de la teneur en eau, afin de rapporter la composition chimique à la matière sèche réelle. On a mesuré la teneur en cendres après passage au four à 600° pendant 8 heures et la valeur calorifique par calorimétrie adiabatique. Enfin, selon les tissus, on a mesuré, soit la teneur en lipides, soit la teneur en protéines ($N \times 6,25$). Dans le cas des dépôts adipeux, on

TABLEAU I

Composition chimique des principaux éléments de la masse corporelle des taurillons limousins : évolution entre 9 et 19 mois
(Lorsque les différences entre stades d'abattage n'étaient pas significatives, seule la valeur moyenne a été rapportée)

Chemical composition of main components of the empty body of Limousin bulls, changes between 9 and 19 months of age
(When the differences between slaughter groups were not significant, only the mean value was reported)

	Eau % (Water)		Lipides % (Lipids)		Cendres % (Ashes)		Protéines % (Proteins)		Energie (Mcal/kg) (Energy)	
	9	19	9	19	9	19	9	19	9	19
Age des animaux (mois) (Age of animals months)										
Muscles (<i>Muscles</i>)	76,3	75,2	2,4	2,7	1,0		20,7		1,37	1,44
Squelette (<i>Bone</i>)	35,5	29,5	16,9		29,5	31,7	20,3		2,36	2,58
Dépôts adipeux internes (<i>Internal fatty tissues</i>)	28,1	16,1	61,1	73,6	0,3		9,6		6,38	7,58
Dépôts adipeux intermuscu- laires (<i>Intermuscular fatty</i> <i>tissues</i>)	40,5	29,9	44,4	56,4	0,5		13,8		5,01	6,09
Dépôts adipeux sous cuta- nés (<i>Subcutaneous fatty</i> <i>tissues</i>)	31,1	22,9	47,8	61,7	0,4		20,6	15,1	5,68	6,69
Dépôts adipeux du « cin- quième quartier » (<i>5th</i> <i>quarter fatty tissues</i>)	29,1	11,5	64,4	81,7	0,3		6,2		6,50	8,24
Dépôts adipeux totaux (<i>All</i> <i>fatty tissues</i>)	35,7	23,1	51,2	65,1	0,4		12,0		5,56	6,86
Tractus digestif (<i>Digestive</i> <i>tract</i>)	72,9	64,8	15,2	22,2	1,0		11,1		2,04	2,79
Organes (<i>Offals</i>)	69,2	59,9	13,7	24,1	1,0		15,6		2,16	3,07
Cuir (<i>Hide</i>)	69,7	67,6	1,1		0,6		28,7	30,5	1,64	1,77
Carcasse (<i>Carcass</i>)	66,6	63,4	8,5	12,2	5,3	4,4	19,6	19,9	1,87	2,25
« Cinquième quartier » (<i>5th</i> <i>quarter</i>)	66,4	58,0	10,3	18,1	3,4		19,8	20,4	2,06	2,83
Masse corporelle (<i>Empty</i> <i>body</i>)	66,5	61,8	9,1	13,9	4,7	4,1	19,7	20,1	1,93	2,42

a mesuré la teneur en lipides (extraction par un mélange chloroforme/méthanol : 2 v/1 v suivie d'une purification) et calculé la teneur en protéines par différence (100 — teneur en cendres — teneur en lipides). Dans le cas des autres tissus (muscles, squelette, organes), on a mesuré la teneur en azote par la méthode de KJELDHAL et calculé la teneur en lipides par différence. Dans le cas du cuir, il aurait été logique de mesurer la teneur en azote; cependant, sur plus de 40 mesures, cette teneur a été égale en moyenne à 16,2 p. 100 de la matière sèche, ce qui aurait conduit à une teneur en protéines supérieure à 100 p. 100 en adoptant le coefficient 6,25. Dans l'incertitude de la valeur réelle de ce coefficient, nous avons mesuré la teneur en lipides du cuir sur de gros échantillons (200 g environ) et calculé par différence la teneur en protéines. Toutes ces mesures ont été effectuées en double, et ont été recommencées lorsque les deux résultats différaient de plus de 2 p. 100 en valeur relative. La précision de l'estimation des teneurs en lipides ou en protéines par différence est donc assez bonne. Pour chaque échantillon, on a vérifié la bonne concordance entre le pouvoir calorifique calculé à partir des teneurs en lipides et en protéines d'une part et la valeur calorifique mesurée d'autre part, de façon à déceler toute erreur d'analyse systématique. Il a été affecté aux cornes et aux sabots qui n'ont pas été analysés, la composition moyenne obtenue par MOULTON, TROWBRIDGE et HAIGH (1922).

Au cours de l'analyse des résultats, nous avons utilisé une relation logarithmique du second degré pour décrire l'évolution du poids (Y), des différents constituants chimiques de l'organisme par rapport à la masse corporelle ou poids vif vide (MC) :

$$\text{Log } Y = b_0 + b_1 \text{ Log MC} + b_2 (\text{Log MC})^2$$

soit $Y = 10^{b_0} \times \text{MC}^{(b_1 + b_2 \text{ Log MC})}$

Cette relation, dont l'utilisation a été discutée précédemment (ROBELIN, GEAY, BÉRANGER, 1977) permet de calculer un coefficient de croissance relative b qui est constant et comparable à un coefficient d'allométrie lorsque b_2 n'est pas significativement différent de 0 ($b = b_1$) et qui dépend de la masse corporelle lorsque b_2 est significativement différent de 0 ($b = b_1 + 2 b_2 \text{ Log MC}$). Cette relation s'est avérée nécessaire pour décrire l'évolution du poids des lipides et de la valeur calorifique par rapport à la masse corporelle.

La composition moyenne du croît des animaux au cours des différentes périodes expérimentales figurant au tableau 4 a été calculée par différence entre les résultats moyens obtenus à chaque stade d'abattage.

Résultats

Évolution de la composition chimique des différents éléments de la masse corporelle

Le poids des constituants chimiques et la valeur calorifique des différentes parties de la masse corporelle des animaux abattus aux différents stades sont rapportés dans les annexes 1 à 4. D'après leur composition chimique moyenne (tabl. 1), les différents tissus et organes peuvent être classés en 4 catégories, à savoir : 1° l'ensemble du squelette renfermant environ 30 p. 100 de minéraux ;

2° les tissus adipeux renfermant entre 40 et 80 p. 100 de lipides et moins de 40 p. 100 d'eau; 3° les muscles et le cuir ayant une faible teneur en lipides, 1 à 3 p. 100, une forte teneur en protéines, 21 à 29 p. 100, et en eau 70 à 76 p. 100; 4° les organes et le tractus digestif. Ces éléments ont une teneur en lipides relativement élevée, 14 à 24 p. 100, car ils renferment des dépôts adipeux qui n'ont pas été séparés à l'abattage (dépôts entourant le tractus génital) ou qui sont difficilement séparables en totalité (dépôts mésentériques).

La composition de l'ensemble des tissus adipeux présente une évolution importante avec l'âge des animaux (tabl. 1), qui consiste en une augmentation de la teneur en lipides de 51 à 65 p. 100, et une diminution de la teneur en eau de 36 à 23 p. 100. Corrélativement, leur valeur calorifique s'accroît de 5,56 à 6,86 Mcal/kg. Les organes et le tractus digestif présentent une évolution comparable en raison de la présence de dépôts adipeux évoquée précédemment. La composition chimique des autres tissus (muscles, cuir, squelette) évolue peu avec l'âge des animaux.

La répartition des constituants chimiques dans les différents compartiments anatomiques de la masse corporelle (tabl. 2) fait apparaître que la majorité des lipides est contenue dans les dépôts adipeux (42 à 57 p. 100 selon l'âge des animaux), mais qu'une part non négligeable est située dans le squelette (24 à 13 p. 100) et dans les muscles (14 à 10 p. 100). De même, la majorité (55 p. 100) des protéines

TABLEAU 2

Répartition des constituants chimiques dans différents compartiments anatomiques chez les taurillons Limousins entre 9 et 19 mois
(Lorsque les différences entre stades d'abattage n'étaient pas significatives seule la valeur moyenne a été rapportée)

Distribution of chemical components in various parts of empty body in Limousins bulls between 9 and 19 months of age
(When the differences between slaughter groups were not significant only the mean value was reported)

	Eau %		Lipides %		Cendres %		Protéines %		Énergie %	
	Eau totale	Water %	Lipides totaux	Lipids %	Cendres totales	Ashes %	Protéines totales	Proteins %	Énergie totale	Energy %
Age des animaux (mois)										
(Age of animals months)	9	19	9	19	9	19	9	19	9	19
Muscles (<i>Muscles</i>) . .	60	64	14	10	11	13	55		37	31
Squelette (<i>Bone</i>) . . .	7	5	24	13	83	81	12		16	11
Dépôts adipeux totaux (<i>All fatty tissues</i>) . .		4	42	57		1	5	7	21	35
Cuir (<i>Hide</i>)		11		1		1		15		8
Carcasse (<i>Carcass</i>) . .	69	73	65	62	78	76	70			67
Masse corporelle (<i>Empty body</i>)		100		100		100		100		100

corporelles est localisée dans les muscles; cependant que 15 p. 100 d'entre elles sont situées dans le cuir. Le squelette renferme 81 à 83 p. 100 des minéraux. Enfin, l'énergie est divisée en trois parts pratiquement égales, dans les muscles, les dépôts adipeux et le reste de la masse corporelle.

Évolution de la composition chimique de la masse corporelle

La teneur en protéines de la masse corporelle demeure pratiquement constante (19,7-20,1 p. 100) quel que soit l'âge des animaux (tabl. 1). En revanche, la teneur en lipides augmente entre 9 et 19 mois, de 9,1 à 13,9 p. 100, tandis que le pourcentage d'eau diminue de 66,5 à 61,8 p. 100. Corrélativement, la valeur calorifique de la masse corporelle s'accroît de 1,93 à 2,42 Mcal/kg (tabl. 1). La carcasse a une composition voisine de celle de la masse corporelle, avec cependant une teneur en eau plus élevée. Ainsi, alors qu'elle représente globalement de 70 à 71 p. 100 de la masse corporelle selon l'âge des animaux, la carcasse ne renferme que 65 à 62 p. 100 des lipides et 67 p. 100 de l'énergie totale (tabl. 2).

TABLEAU 3

Évolution du poids (kg) des différents constituants chimiques et de la valeur calorifique (Mcal) de la masse corporelle (MC; kg) chez les taurillons Limousins entre 9 et 19 mois

Changes in the chemical components and calorific value of the empty body (MC) of Limousin bulls between 9 and 19 months of age

1. Lipides (Lipids)	= 0,00590 × MC ^{1,48}	CVR = 13,8 %
1'. Lipides (Lipids)	= 10 ^{10,93} × MC ^(-8,72 + 1,97 log 10MC)	CVR = 11,9 %
2. Protéines (Proteins)	= 0,172 × MC ^{1,02}	CVR = 2,7 %
3. Eau (Water)	= 1,076 × MC ^{0,92}	CVR = 3,0 %
4. Cendres (Ashes)	= 0,104 × MC ^{0,85}	CVR = 7,7 %
5. Eau + lipides (Water + lipids)	= 0,759 × MC ^{1,00}	CVR = 0,9 %
6. Energie (Energy)	= 0,460 × MC ^{1,25}	CVR = 7,1 %
6'. Energie (Energy)	= 10 ^{5,17} × MC ^(-4,57 + 1,13 log 10MC)	CVR = 5,9 %
7. Masse délipidée (MD) = Masse corporelle — Lipides (Lean body mass (MD) = Empty body weight — Lipids)		
8. Protéines (proteins)	= 0,132 × MD ^{1,09}	CVR = 3,1 %
9. Eau (Water)	= 0,826 × MD ^{0,98}	CVR = 1,3 %

(*) Les coefficients de variation résiduelle (CVR) des équations 1' et 6' sont respectivement significativement différents de ceux des équations 1 et 6. (The residual coefficients of variation (CVR), of equations 1' and 6' are significantly different from those of equations 1 and 6, respectively).

L'évolution de la composition chimique de la masse corporelle est illustrée au tableau 3 par les équations d'allométrie. Les lipides et l'énergie ont des croissances relatives supérieures à celle de la masse corporelle; leurs coefficients d'allométrie, respectivement égaux en moyenne à 1,48 et 1,25, augmentent significativement ($P < 0,01$) de 1,04 à 2,23 pour les lipides et de 1,03 à 1,71 pour l'énergie lorsque la masse corporelle s'accroît de 300 à 600 kg (équations 1' et 6'). Les protéines ont un coefficient d'allométrie voisin de 1, tandis que l'eau et les minéraux ont des coefficients respectivement égaux à 0,92 et 0,85.

TABLEAU 4

*Évolution du gain de poids journalier et de la composition du croît
chez les taurillons Limousins entre 9 et 19 mois*
*Body weight gain, and body weight gain composition of Limousin Bulls
between 9 and 19 months of age*

Age des animaux (j) (<i>Age of animals d</i>)	288	390	481	572
Poids vif (kg) (<i>Body weight</i>)	304	440	543	646
Énergie métabolisable ingérée (Mcal/j) (<i>Metabolisable energy</i>)	16,0	19,6	23,8	
Énergie métabolisable disponible pour la production (Mcal/j) (<i>Metabolisable energy above maintenance</i>)	6,7	8,1	10,6	
Énergie nette ingérée (U.F.V./j) ⁽¹⁾ (<i>Net energy</i>)	6,0	7,7	8,9	
Gain journalier (g/j) : (<i>Daily gain</i> :)				
— Corps entier (<i>Full body weight</i>)	1 333	1 132	1 132	
— Masse corporelle (<i>Empty body weight</i>)	1 275	1 121	1 022	
— Lipides (<i>Lipids</i>)	138	205	276	
— Protéines (<i>Proteins</i>)	255	232	220	
— Eau (<i>Water</i>)	843	637	495	
— Énergie (Mcal/j) (<i>Energy</i>)	2,70	3,15	3,87	
Composition du gain de masse corporelle : (<i>Empty body weight gain composition</i> :)				
— Lipides (p. 100) (<i>Lipids</i>)	10,8	18,3	27,0	
— Protéines (p. 100) (<i>Proteins</i>)	20,0	20,6	21,5	
— Eau (p. 100) (<i>Water</i>)	66,1	56,8	48,4	
— Énergie (Mcal/kg) (<i>Energy</i>)	2,12	2,81	3,79	
Protéines retenues dans les muscles (p. 100) ⁽²⁾ (<i>Proteins retained in muscles</i>)	57,6	54,6	55,4	
Lipides fixés dans les dépôts adipeux (p. 100) ⁽²⁾ (<i>Lipids retained in fatty tissues</i>)	65,8	63,9	62,9	
Énergie fixée sous forme de protéines (p. 100) ⁽²⁾ (<i>Energie retain- ed as proteins</i>)	51,8	40,1	30,1	

⁽¹⁾ Unité fourragère viande (VERMOREL, 1978).

⁽²⁾ En p. 100 des protéines, des lipides et de l'énergie fixée dans la masse corporelle (*In p. 100 of proteins, lipids or energy retained in the empty body*).

Les poids d'eau et de protéines sont reliés étroitement à la masse délipidée (masse corporelle-lipides). Leurs coefficients d'allométrie sont respectivement égaux à 0,98 et 1,09. Ainsi, le pourcentage d'eau dans la masse délipidée, diminue légèrement de 74,0 à 72,9 p. 100, alors que le pourcentage de protéines s'accroît de 21,7 à 23,1 lorsque la masse délipidée passe de 250 à 500 kg.

L'ensemble eau + lipides a une croissance isométrique ($b = 1,0$; tabl. 3); il représente 75,9 p. 100 de la masse corporelle. La variation résiduelle de cet ensemble, exprimée en pourcentage de la masse corporelle (0,7 p. 100) est beaucoup plus faible que celle de l'eau (1,9 p. 100) ou des lipides (1,5 p. 100) considérés séparément. Ainsi, tout se passe comme si, les variations de composition corporelle entre animaux de même poids, correspondaient à un remplacement plus ou moins important de l'eau par des lipides.

Composition du croît

La teneur en protéines du gain de masse corporelle reste sensiblement constante (20 à 21 p. 100) quel que soit l'âge des animaux (tabl. 4). En revanche, la teneur en lipides s'accroît de 10,8 à 27,0 p. 100 entre 9 et 19 mois au détriment de la teneur en eau qui décroît de 66,1 à 48,4 p. 100. En conséquence, la valeur calorifique du gain de masse corporelle s'accroît entre 9 et 19 mois, de 2,12 à 3,79 Mcal/kg; cette augmentation plus rapide que l'accroissement des quantités d'énergie ingérées en sus de l'entretien (énergie disponible pour la production; tabl. 4) explique pourquoi le gain de poids journalier des animaux alimentés à volonté, décroît entre 9 et 19 mois de 1 333 à 1 132 g/j. Cette diminution du gain de poids est accompagnée d'une diminution des quantités de protéines et d'eau retenues, respectivement de 255 à 220 g/j et de 843 à 495 g/j, alors que la quantité de lipides fixés est doublée (138 à 276 g/j) (tabl. 4).

Les protéines retenues dans la musculature ne représentent que de 58 à 55 p. 100 de l'ensemble des protéines retenues selon l'âge des animaux. Les lipides déposés dans les dépôts adipeux représentent de 66 à 63 p. 100 du gain de lipides journalier. Enfin, l'énergie fixée sous forme de protéines décroît de 52 à 30 p. 100 de l'énergie fixée totale entre 9 et 19 mois (tabl. 4).

Discussion

Ces résultats apportent des éléments importants à la connaissance de l'évolution de la composition chimique des bovins. Ils mettent également clairement en évidence les particularités des animaux mâles entiers de race à viande.

Relations entre constituants chimiques

Comme nous l'avions déjà constaté avec d'autres types d'animaux (ROBELIN et GEAY, 1978), on peut assimiler la masse corporelle des bovins à deux compartiments : les lipides et la masse délipidée. Cette dernière ne conserve pas une composition rigoureusement constante chez les animaux en croissance comme le suggéraient REID, BENSADOUN et BULL (1968). Les relations entre l'eau ou les protéines et la masse délipidée que nous avons calculées pour les taurillons Limousins, ne

sont pas significativement différentes de celles que nous avons obtenues sur des taurillons Charolais, Salers et Pie Noirs, ou des génisses Charolais \times Salers (ROBELIN et GEAY, 1978). Elles sont également très voisines de celles que DELPECH (1965) a obtenues sur les volailles. Même si, d'après WIDDOWSON (1968), ces relations n'ont pas de fondement biologique, elles demeurent des relations statistiques très étroites. Elles sont alors très commodes pour décrire de façon synthétique l'évolution de la composition corporelle et de la composition du gain de poids des animaux. Ainsi, d'après l'équation 8 (tabl. 3), lorsqu'un animal d'un poids de 400 kg retient 1 g de protéines, il dépose simultanément en moyenne 3,1 g d'eau et de minéraux.

De même que chez le lapin (VIGNERON, BARON et DAUZIER, 1971) l'ensemble eau + lipides a une croissance isométrique par rapport à la masse corporelle chez les taurillons Limousins. Cependant, contrairement à la relation entre les protéines et la masse délipidée, cette relation n'est valable que chez des animaux de même rareté et de même sexe; en effet, à même poids vif vide, les taurillons Limousins renferment 8 p. 100 d'eau + lipides de moins que les taurillons Pie Noirs (SCHULZ, OSLAGE et DAENICKE, 1974; ROBELIN et Geay, 1978) et 10 p. 100 de moins que les bœufs Angus ou Hereford (MOULTON, TROWBRIDGE et HAIGH, 1922; JESSE *et al.*, 1976).

Évolution de la composition des tissus et organes

Dans les tissus ou organes comportant une faible proportion de lipides (muscles, organes, cuir), la teneur en protéines a tendance à augmenter avec l'âge des animaux. Cette évolution, qui n'est significative que dans le cuir (tabl. 1), apparaît également dans les résultats de SCHULZ, OSLAGE et DAENICKE (1974) relatifs à des taurillons Pie Noirs. Cet enrichissement en protéines se manifeste encore plus clairement dans la masse délipidée; il est accompagné d'une déshydratation qui est probablement le reflet d'un vieillissement des tissus. Cela pourrait s'expliquer par l'augmentation de la teneur en collagène qui s'accompagne d'un accroissement de la réticulation de celui-ci, c'est-à-dire d'un resserrement de la structure fibreuse (KOPP, 1976) interprétable selon cet auteur comme une diminution de l'état d'hydratation et de la réactivité chimique et biochimique.

De manière comparable à celle des dépôts adipeux (ROBELIN, GEAY et BÉRANGER, 1977), la croissance relative des lipides et de l'énergie par rapport à la masse corporelle, augmente avec le poids des animaux; le coefficient d'allométrie des lipides s'accroît de 1,04 à 2,23 lorsque la masse corporelle passe de 300 à 600 kg. Cette évolution est encore plus nette lorsqu'on rapporte le poids des lipides à celui de la masse délipidée (fig. 1).

Il peut paraître surprenant que la teneur en eau et en protéines des dépôts adipeux soit aussi élevée (35,7 à 23,1 p. 100 selon l'âge des animaux). Ces résultats sont cependant tout à fait comparables à ceux de SCHULZ, OSLAGE et DAENICKE (1974) obtenus avec des taurillons Pie Noirs, et voisins de ceux de MOULTON, TROWBRIDGE et HAIGH (1922), obtenus avec des bœufs très gras. Cette teneur en eau et en protéines élevée peut bien sûr être imputée en partie aux limites de la méthode de dissection anatomique des dépôts adipeux, elle provient surtout du fait que la trame conjonctive qui entoure les adipocytes doit représenter une part non négligeable des dépôts adipeux.

L'augmentation de la teneur en lipides et la diminution de la teneur en eau des dépôts adipeux au cours de l'engraissement des animaux sont dues à l'accroissement du volume des adipocytes, comme nous l'avons observé chez des taurillons de races Charolaise et Pie Noire (résultats en cours de publication).

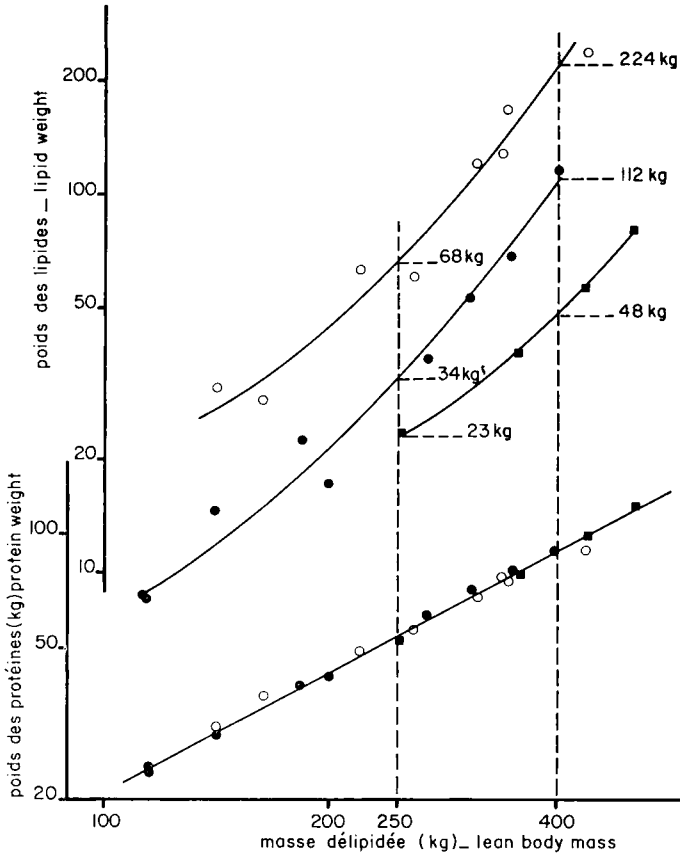


FIG. 1. — Évolution du poids des protéines et des lipides en fonction de la masse délipidée des bovins.
Changes in protein and lipid weight according to lean body mass in cattle.

Comparaison entre des taurillons Limousins (■ résultats présentés dans le texte) Pie noirs (●; SCHULZ, OSLAGE et DAENICKE, 1974; OSINSKA et ZIOLECKA, 1972) et des mâles castrés Angus ou Hereford (○; MOULTON, TROWBRIDGE et HAIGH, 1922; JESSE *et al.*, 1976).

Comparaison between Limousin bulls (■ results in the text) Pie noirs (●; SCHULZ, OSLAGE and DAENICKE, 1974; OSINSKA and ZIOLECKA, 1972) and castrated males Angus or Hereford (○; MOULTON, TROWBRIDGE and HAIGH, 1922; JESSE *et al.*, 1976).

Particularités des taurillons limousins

L'étude de la composition anatomique des taurillons Limousins (ROBELIN, GEAY, BÉRANGER, 1977) a montré qu'ils se distinguaient des animaux plus précoces, par un pourcentage de muscles élevé et un pourcentage de dépôts adipeux faible.

Les résultats rapportés sur la figure 1 illustrent clairement leurs particularités sur le plan de la composition chimique par rapport aux taurillons Pie Noirs (OSINSKA et ZIOLECKA, 1972; SCHULZ, OSLAGE et DAENICKE, 1974) ou aux bœufs de races Angus et Hereford (MOULTON, TROWBRIDGE et HAIGH, 1922; JESSE *et al.*, 1976). Alors que pour une même masse délipidée, il n'y a pas de différence dans le

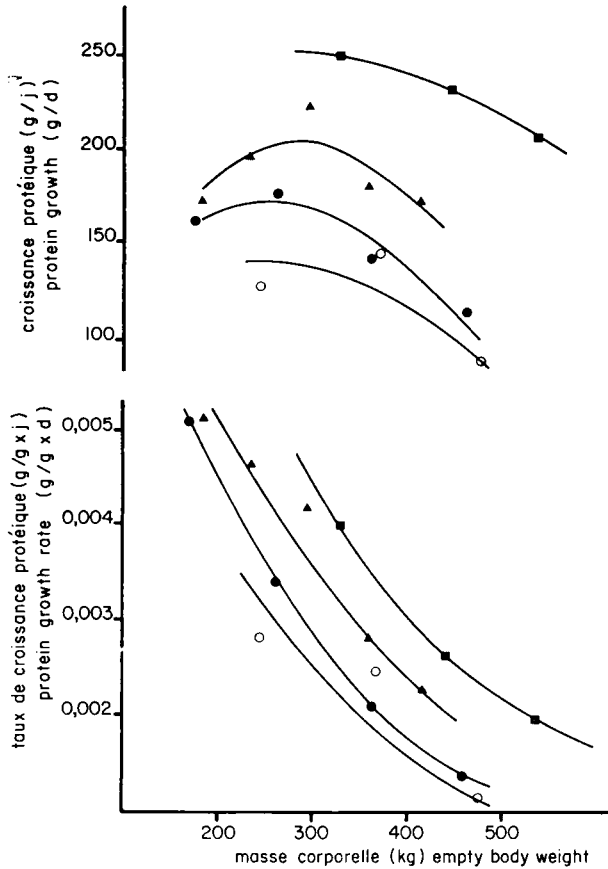


FIG 2. — Croissance protéique et taux de croissance protéique chez différents types de bovins.

Protein growth and protein growth rate in various types of cattle.

Taurillons Limousins — *Limousins bulls* (■).

Taurillons rouge Danois — *Red Danish bulls* (▲), after ANDERSEN, 1975 results).

Taurillons Pie noirs — *Pie noirs bulls* (●, SCHULZ, OSLAGE and DAENICKE, 1974).

Bœufs Hereford — *Hereford steers* (○, JESSE *et al.*, 1976).

poids des protéines entre ces différents types d'animaux, il existe des variations de 1 à 3 ou 4 dans le poids des lipides. Ainsi, pour une masse délipidée de 250 kg, les taurillons Limousins ne renferment que 23 kg de lipides contre 34 kg chez les taurillons Pie Noirs et 68 kg chez les bœufs de race Anglo-Saxonne. Par ailleurs, ces écarts s'accroissent en même temps que la masse délipidée.

Ces différences dans la composition corporelle sont le résultat de différences dans la composition du gain de poids. Ainsi, entre 300 et 550 kg de poids vif, les taurillons Limousins déposent seulement de 110 à 270 g de lipides par kg de gain de masse corporelle, contre 220 à 500 chez des taurillons Pie Noirs (SCHULZ, OSLAGE et DAENICKE, 1974) et même 250 à 689 g chez des bœufs Herefords (JESSE *et al.*, 1976).

Les taurillons Limousins se caractérisent surtout par une croissance protéique très élevée, 240 g par jour en moyenne entre 9 et 19 mois. Au même poids (400 kg),

les taurillons Limousins retiennent environ 30 p. 100 de protéines de plus que les taurillons Rouge Danois (valeur calculée à partir des résultats de ANDERSEN, 1975), 40 à 50 p. 100 de plus que les taurillons Pie Noirs étudiés par SCHULZ, OSLAGE et DAENICKE (1974) et 60 à 80 p. 100 de plus que les bœufs Herefords étudiés par JESSE *et al.* (1976) ou GARRETT (1977) (fig. 2). Toujours au même poids les animaux Limousins ont un taux de croissance protéique (protéines retenues par jour/protéines corporelles) supérieur de 20 à 30 p. 100 à celui des animaux plus précoces. Cette différence dans la capacité de croissance protéique pourrait être interprétée comme une des raisons de la différence de format adulte entre ces animaux (de l'ordre de 10 à 20 p. 100). Tout se passe comme si, physiologiquement plus jeunes au même poids, les animaux que l'on qualifie de tardifs étaient capables de poursuivre plus longtemps leur croissance, et parvenaient ainsi à un poids adulte plus élevé que celui des animaux précoces.

La capacité de croissance protéique élevée des taurillons Limousins, jointe au fait qu'ils fixent peu de lipides, fait que la valeur calorifique de leur gain de poids vif (en moyenne 2,35 Mcal/kg entre 300 et 500 kg) est plus faible que celle des taurillons Pie Noirs (2,7 à 3,0 Mcal/kg) (JARRIGE *et al.*, 1978; ROBÉLIN, GEAY, BONATTI, sous presse). Cela explique en partie qu'au même poids (400 kg) et pour un même croît (1 200 g/j), les animaux de race tardive ingèrent près de 15 p. 100 d'énergie de plus que ceux de race précoce (GEAY *et al.*, 1978). De plus, les pourcentages élevés de muscles et de protéines dans le croît, font que les taurillons Limousins ont une efficacité alimentaire exprimée en kg de gain de muscles ou de protéines par unité d'énergie ingérée, de 20 à 30 p. 100 supérieure à celle des taurillons Pie Noirs (ROBÉLIN, GEAY, BONATTI, 1977).

En conclusion, cette étude a donc permis : 1^o d'améliorer les connaissances sur les interrelations entre les composants chimiques des bovins en croissance; 2^o de préciser les particularités des taurillons Limousins, et notamment de mettre en évidence leur potentiel de croissance protéique élevé et ses conséquences sur l'efficacité alimentaire des animaux. Elle doit être poursuivie maintenant par une analyse de l'évolution de la quantité d'énergie ingérée et de son utilisation pour la croissance qui fera l'objet d'une étude ultérieure.

Accepté pour publication en décembre 1978.

Summary

Changes in body composition of Limousin bulls between 9 and 19 months of age II. — *Chemical composition and calorific value*

Changes in the chemical composition of the tissues and the empty body of Limousin bulls fed *ad Libitum* between 9 and 19 months of age are described. This study follows a description of the variations in the weight of tissues and offals (ROBÉLIN, GEAY and BERANGER, 1977). Five animals were slaughtered at 304, 440, 543 and 646 kg body weight, and the chemical composition (water, lipids, proteins, ashes and energy) of the different parts of the empty body was determined. All results are reported in appendix 1 to 4. The changes in the body composition was expressed in terms of allometric relationships.

Increase in the weight of protein was similar to that of the empty body ($b = 1.02$); water and ashes increased more slowly ($b = 0.92$ and 0.85 , respectively); the relative growth of lipids and energy was higher ($b = 1.48$ and 1.25 , respectively). For these last two components the allometric coefficient significantly increased from 1.04 to 2.23 (lipids) and from 1.03 to 1.71 (energy) between 300 and 600 kg body weight (Table 3).

The percentage of water in the lean body mass (empty body — lipids) decreased from 74.0 to 72.9 p. 100 and the percentage of proteins increased from 21.7 to 23.1 p. 100 when the lean body mass increased from 250 to 500 kg. The sum of water + lipids represented a constant proportion of the empty body (75.9 p. 100) whatever the age of the animals (Table 3).

The empty body weight gain decreased between 9 and 19 months of age from 1 275 to 1 022 g/d (Table 4). During the same period the protein growth decreased from 255 to 220 g/d, but the lipid growth increased from 138 to 276 g/d. Consequently the daily energy retained increased from 2.70 to 3.87 Mcal/d (Table 4). The percentage of proteins in the empty body weight gain remained almost constant (20-21 p. 100), while the percentage of lipids increased from 10.8 to 27.0 p. 100.

Muscle protein represented 58 to 55 p. 100 of total protein retained. The lipids fixed in the adipose tissues represented 66 to 63 p. 100 of total fixed lipids. The percentage of energy retained as protein decreased with age between 52 to 30 p. 100.

Comparison of these data with published results show the particularities of Limousin bulls: (fig. 1 and 2) for the same lean body mass, there was no difference between Limousin bulls and Friesian bulls (OSINSKA and ZIOLECKA, 1972; SCHULZ, OSLAGE and DAENICKE, 1974) or Angus or Hereford steers (MOULTON, TROWBRIDGE and HAIGH, 1922; JESSE *et al.*, 1976) in the weight of protein but there were very large differences (from 1 to 4) in the weight of lipids (fig. 1). Protein growth variations between these three types of animals are illustrated in figure 2; the protein growth rate (protein growth/empty body protein weight) of Limousin bulls was 20 to 30 p. 100 higher than that of earlier maturing animals of the same weight. It was concluded that the efficiency of protein and muscle growth was higher in Limousin bulls.

Références bibliographiques

- ANDERSEN H. R., 1975. The influence of slaughter weight and level of feeding on growth rate, feed conversion and carcass composition of bulls. *Liv. Prod. Sci.*, **2**, 341-355.
- ANONYME, 1966. A comparison of the growth of different types of cattle for beef production. *Report of Major Beef Research Project. The Royal Smithfield Club London.*
- CALLOW E. H., 1948. Comparative studies of meat. II. The changes in the carcass during growth and fattening, and their relation to the chemical composition of the fatty and muscular tissues. *J. Agric. Sci.*, **38**, 174-199.
- DELPECH P., 1966. Le poids délipidé chez Gallus-Gallus L. : relations qui unissent ses constituants. *C. R. Acad. Sci.*, **263**, 1735-1738.
- GARRETT W. N., 1977. Protein production by growing ruminants as influenced by dietary nitrogen and energy. In « *Protein Metabolism and Nutrition* », 115-117. *Proc. of the 2nd International Symposium on Protein Metabolism and Nutrition held at Flevohof (N.L.). E.A.A.P. Pub. n° 22.*
- GEAY Y., ROBELIN J., BÉRANGER C., MICOL D., 1978. Bovins en croissance et à l'engrais. In « *Alimentation des Ruminants* », 297-343. Ed. I.N.R.A., Versailles.
- JARRIGE R., GUEGUEN L., ROBELIN J., THERIEZ M., 1978. Évolution de la composition corporelle et de la composition du croît des animaux en croissance. In « *Alimentation des Ruminants* », 217-227. Ed. I.N.R.A., Versailles.
- JESSE G. W., THOMPSON G. B., CLARK J. L., HEDRICK H. B., WEIMER K. G., 1976. Effects of ration energy and slaughter weight on composition of empty body and carcass gain of beef cattle. *J. Anim. Sci.*, **43**, 418-425.
- KOPP J., 1976. Tendreté de la viande bovine. Principaux facteurs de variation liés à l'âge des animaux. *Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix I.N.R.A.*, **24**, 37-46.
- MOULTON C. R., TROWBRIDGE P. F., HAIGH L. D., 1922. Studies in animal nutrition. III. Changes in chemical composition on different planes of nutrition. *Mo. Agr. Expt. Station, Research, Bull. n° 55*, 1-87.
- OSINSKA Z., ZIOLECKA A., 1972. A note on protein content of the empty body of young Polish Black and White Lowland bulls. *Anim. Prod.*, **14**, 119-122.
- REID J. T., BENSADOUN A., BULL L. S., 1968. Changes in body composition and meat characteristics accompanying growth of animals. *Proc. Cornell. Conf. Feed. Manuf.*, 18-37.
- ROBELIN J., GEAY Y., 1978. Estimation de la composition chimique du corps entier des bovins à partir du poids des dépôts adipeux totaux. *Ann. Zootech.*, **27**, 159-167.

- ROBELIN J., GEAY Y., BÉRANGER C., 1974. Croissance relative des différents tissus, organes et régions corporelles des taurillons Frisons, durant la phase d'engraissement de 9 à 15 mois. *Ann. Zootech.*, **23**, 313-323.
- ROBELIN J., GEAY Y., BÉRANGER C., 1977. Évolution de la composition corporelle des jeunes bovins mâles entiers de race Limousine entre 9 et 19 mois. I. — Composition anatomique. *Ann. Zootech.*, **26**, 533-546.
- ROBELIN J., GEAY Y., BONAITI B., 1977. Genetic variations in growth and body composition of male cattle. In « *Patterns of growth and development in cattle* » p. 443-460. *Proc. Seminar at Ghent*, Nov. 77, Commission of the European Communities. Ed. de BOER et MARTIN.
- SCHULZ E., OSLAGE H. J., DAENICKE R., 1974. Untersuchungen über die Zusammensetzung der Körpersubstanz sowie den Stoff- und Energieansatz bei wachsenden Mastbullen. *Z. Tierphysiol., Tiernährg. Futtermittelkde. Beihfte*, **4**, 1-70.
- SEEBECK R. M., TULLOH N. M., 1969. Developmental growth and body weight loss of cattle. IV. Chemical components of the commercially dressed and jointed carcass. *Aust. J. Agric. Res.*, **20**, 199-211.
- TULLOH N. M., 1963. The carcass composition of sheep, cattle and pigs as function of body weight. In « *Carcass composition and appraisal of meat animal* », **5**, 1-16. Ed. D. E. Tribe. East Melbourne C.S.I.R.O.
- VERMOREL M., 1978. Énergie. In « *Alimentation des Ruminants* », 47-87. Ed. I.N.R.A., Versailles.
- VIGNERON P., BARON R., DAUZIER L., 1971. Évolution postnatale de la quantité d'eau et de lipides du corps et du grand psoas chez le lapin. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **11**, 669-679.
- WIDDOWSON E. M., 1968. Biological implications of body composition. In « *Body composition in animals and man* », 71-79. National Academy of Sciences, Publ. 1598, Washington.
-

ANNEXE I

*Poids (kg) des constituants chimiques et valeur calorifique (100 Mcal)
des principaux éléments de la masse corporelle des taurillons Limousins âgés de 9 mois ⁽¹⁾*
*Weight of chemical components and calorific value of the main parts of empty body weight
in Limousin Bulls 9 months old*

	Poids frais <i>Fresh weight</i>	Eau <i>Water</i>	Lipides <i>Lipids</i>	Minéraux <i>Ashes</i>	Protéines <i>Proteins</i>	Énergie <i>Energy</i>
Muscles (<i>Muscles</i>)	136,77	104,32	3,26	1,37	27,81	1,87
	8,88	7,53	0,17	0,10	1,42	0,09
Squelette (<i>Bone</i>)	34,70	12,33	5,71	10,23	6,42	0,82
	2,38	0,81	0,50	0,63	0,68	0,07
Dépôts adipeux (DA) (<i>Fatty tissues: F.T.</i>) :						
D.A. internes (<i>Internal F.T.</i>)	2,83	0,79	1,73	0,01	0,29	0,18
	1,18	0,55	0,43	0,00	0,20	0,05
D.A. intermusculaires (<i>Inter-muscular F.T.</i>)	11,17	4,52	4,96	0,06	1,62	0,55
	2,20	0,61	1,38	0,02	0,27	0,14
D.A. sous cutanés (<i>Subcutaneous F.T.</i>)	1,33	0,41	0,63	0,00	0,27	0,07
	0,41	0,11	0,24	0,00	0,06	0,02
D.A. du « 5 ^e quartier » (<i>5th quarter F.T.</i>)	3,93	1,14	2,53	0,01	0,24	0,25
	0,37	0,23	0,41	0,00	0,07	0,04
D.A. totaux (<i>Total F.T.</i>)	19,26	6,87	9,86	0,08	2,43	1,07
	1,60	0,56	1,33	0,02	0,22	0,13
Tractus digestif (<i>Digestive tract</i>)	13,42	9,79	2,04	0,13	1,44	0,27
	1,45	1,29	0,12	0,02	0,28	0,01
Organes (<i>Offals</i>)	18,14	12,55	2,48	0,20	2,91	0,39
	1,67	1,20	0,57	0,02	0,14	0,05
Cuir (<i>Hide</i>)	25,52	17,78	0,24	0,16	7,32	0,41
	2,80	2,28	0,03	0,01	0,54	0,02
Carcasse (<i>Carcass</i>)	180,57	120,19	15,38	9,54	35,45	3,38
	11,07	8,45	1,30	0,55	1,86	0,18
« 5 ^e quartier » (<i>5th quarter</i>)	79,96	53,07	8,28	2,75	15,85	1,64
	5,82	4,50	0,57	0,24	1,04	0,08
Masse corporelle (<i>Empty body</i>)	260,54	173,26	23,66	12,30	51,30	5,93
	15,73	11,79	1,85	0,78	2,74	0,26

⁽¹⁾ Valeur moyenne et écart-type de 5 animaux analysés (*Mean value and standard deviation of 5 analysed animals*).

ANNEXE 2

Poids (kg) des constituants chimiques et valeur calorifique (100 Mcal)
des principaux éléments de la masse corporelle des taurillons Limousins âgés de 13 mois (1)

Weight of chemical components and calorific value of the main parts of the empty body weight
in Limousin Bulls 13 months old

	Poids frais <i>Fresh weight</i>	Eau <i>Water</i>	Lipides <i>Lipids</i>	Minéraux <i>Ashes</i>	Protéines <i>Proteins</i>	Énergie <i>Energy</i>
Muscles (<i>Muscles</i>)	207,46	158,76	3,77	2,11	42,81	2,72
Squelette (<i>Bone</i>)	13,87	9,67	1,25	0,22	5,48	0,18
	45,66	17,47	7,47	12,22	8,49	1,07
	2,22	1,31	0,73	0,77	0,31	0,07
Dépôts adipeux (D.A.) (<i>Fatty tissues: F.T.</i>):						
D.A. internes (<i>Internal F.T.</i>)	3,64	0,64	2,78	0,01	0,19	0,27
	0,65	0,05	0,56	0,00	0,09	0,05
D.A. intermusculaires (<i>Inter-muscular F.T.</i>)	19,96	7,70	9,68	0,10	2,46	1,07
	2,88	0,59	2,56	0,03	0,43	0,23
D.A. sous cutanés (<i>Subcutaneous F.T.</i>)	3,08	0,85	1,74	0,01	0,47	0,19
	0,25	0,06	0,27	0,00	0,06	0,02
D.A. du « 5 ^e quartier » (<i>5th quarter F.T.</i>)	6,94	1,51	4,98	0,01	0,41	0,50
	1,31	0,39	0,95	0,00	0,12	0,09
D.A. totaux (<i>Total F.T.</i>)	33,63	10,72	19,19	0,15	3,55	2,04
	4,69	0,96	4,14	0,03	0,37	0,38
Tractus digestif (<i>Digestive tract</i>)	19,61	14,13	3,14	0,19	2,13	0,41
	1,95	1,55	0,54	0,04	0,35	0,06
Organes (<i>Organs</i>)	26,16	17,42	3,99	0,31	4,43	0,62
	1,49	0,53	0,91	0,06	0,88	0,08
Cuir (<i>Hide</i>)	38,90	27,07	0,21	0,24	11,33	0,62
	1,38	1,16	0,15	0,01	0,44	0,01
Carcasse (<i>Carcass</i>)	271,45	182,58	24,28	11,63	52,93	5,17
	17,03	10,09	2,08	0,93	5,72	0,42
« 5 ^e quartier » (<i>5th quarter</i>)	118,59	76,85	13,56	3,77	24,39	2,60
	7,71	5,01	2,59	0,20	1,40	0,26
Masse corporelle (<i>Empty body</i>)	390,04	259,44	37,85	15,41	77,33	7,77
	22,29	12,21	4,46	1,00	6,99	0,65

(1) Valeur moyenne et écart-type de 5 animaux analysés (*Mean value and standard deviation of 5 animals analysed*).

ANNEXE 3

*Poids (kg) des constituants chimiques et valeur calorifique (100 Mcal)
des principaux éléments de la masse corporelle des taurillons Limousins âgés de 16 mois (1)*
*Weight of chemical components and calorific value of the main parts of the empty body weight
in Limousin Bulls, 16 months old*

	Poids frais <i>Fresh weight</i>	Eau <i>Water</i>	Lipides <i>Lipids</i>	Minéraux <i>Ashes</i>	Protéines <i>Proteins</i>	Énergie <i>Energy</i>
Muscles (<i>Muscles</i>)	263,67	200,49	6,20	2,68	54,29	3,61
	12,59	9,03	0,59	0,16	3,06	0,23
Squelette (<i>Bone</i>)	54,26	17,31	8,17	17,09	11,67	1,27
	2,69	1,58	0,99	1,52	1,00	0,07
Dépôts adipeux (D.A.) (<i>Fatty tissues : F.T.</i>):						
D.A. internes (<i>Internal F.T.</i>)	5,84	0,91	4,46	0,01	0,46	0,45
	1,01	0,07	0,80	0,00	0,22	0,09
D.A. intermusculaires (<i>Inter-muscular F.T.</i>)	27,59	9,57	14,61	0,12	3,27	1,56
	2,27	0,50	1,81	0,00	0,21	0,17
D.A. sous cutanés (<i>Subcutaneous F.T.</i>)	6,63	1,56	4,16	0,02	0,88	0,43
	1,86	0,41	1,36	0,00	0,09	0,13
D.A. du « 5 ^e quartier » (<i>5th quarter F.T.</i>)	10,11	1,61	7,87	0,02	0,60	0,78
	2,20	0,32	1,97	0,00	0,21	0,19
D.A. totaux (<i>Total F.T.</i>)	50,18	13,65	31,10	0,18	5,23	3,24
	6,57	0,92	5,35	0,01	0,36	0,52
Tractus digestif (<i>Digestive tract</i>)	19,51	13,31	3,73	0,19	2,26	0,48
	1,51	1,17	0,72	0,04	0,29	0,06
Organes (<i>Offals</i>)	31,63	20,32	0,42	0,30	4,77	0,84
	2,69	1,75	1,14	0,01	0,34	0,10
Cuir (<i>Hide</i>)	50,75	34,55	0,76	0,32	15,11	0,89
	1,62	1,53	0,19	0,03	0,44	0,02
Carcasse (<i>Carcass</i>)	348,00	227,00	36,36	16,09	68,55	7,14
	17,21	9,45	3,63	1,44	3,78	0,53
« 5 ^e quartier » (<i>5th quarter</i>)	144,49	89,67	20,12	4,87	29,81	3,50
	8,59	5,10	3,48	0,24	1,06	0,35
Masse corporelle (<i>Empty body</i>)	492,49	316,68	56,49	20,96	98,36	10,64
	24,79	12,68	7,02	1,68	4,64	0,87

(1) Valeur moyenne et écart-type de 5 animaux analysés (*Mean value and standard deviation of five animals analysed*).

ANNEXE 4

*Poids (kg) des constituants chimiques et valeur calorifique (100 Mcal)
des principaux éléments de la masse corporelle des taurillons Limousins âgés de 19 mois (1)*
*Weight of chemical components and calorific value of the main parts of the empty body weight
in Limousin Bulls, 19 months old*

	Poids frais <i>Fresh weight</i>	Eau <i>Water</i>	Lipides <i>Lipids</i>	Minéraux <i>Ashes</i>	Protéines <i>Proteins</i>	Énergie <i>Energy</i>
Muscles (<i>Muscles</i>)	308,42	231,89	8,37	3,15	65,00	4,44
	19,10	15,98	1,30	0,18	4,10	0,18
Squelette (<i>Bone</i>).	61,77	18,21	10,74	19,59	13,97	1,59
	1,35	1,78	1,55	1,27	0,86	0,17
Dépôts adipeux (D.A.) (<i>Fatty tissues: F.T.</i>):						
D.A. internes (<i>Internal F.T.</i>)	7,81	1,26	5,75	0,02	0,70	0,59
	1,23	0,09	0,99	0,00	0,31	0,10
D.A. intermusculaires (<i>Inter-muscular F.T.</i>)	37,54	11,23	21,16	0,16	4,96	2,28
	3,33	1,04	2,94	0,01	0,58	0,28
D.A. sous cutanés (<i>Subcutaneous F.T.</i>)	9,50	2,17	5,86	0,03	1,53	0,63
	1,65	0,21	1,52	0,00	0,16	0,15
D.A. du « 5 ^e quartier » (<i>5th quarter F.T.</i>)	17,23	1,98	14,08	0,02	1,09	1,42
	9,31	0,36	8,58	0,00	0,62	0,86
D.A. totaux (<i>Total F.T.</i>)	71,97	16,65	46,87	0,24	8,20	4,93
	12,94	1,30	12,02	0,01	0,86	1,19
Tractus digestif (<i>Digestive tract</i>).	25,21	16,34	5,61	0,22	2,93	0,70
	1,83	1,72	0,91	0,04	0,50	0,06
Organes (<i>Offals</i>).	38,02	22,79	9,16	0,35	5,76	1,16
	1,46	0,92	2,75	0,03	0,84	0,20
Cuir (<i>Hide</i>)	55,95	37,85	0,71	0,33	17,95	0,99
	4,39	3,30	0,20	0,03	1,39	0,07
Carcasse (<i>Carcass</i>)	413,48	262,23	50,38	18,20	82,65	9,30
	19,35	17,95	6,30	1,06	3,61	0,63
« 5 ^e quartier » (<i>5th quarter</i>)	171,76	99,65	31,16	5,91	35,03	4,86
	6,91	6,51	11,94	0,26	1,38	1,07
Masse corporelle (<i>Empty body</i>)	585,25	361,89	81,55	24,11	117,68	14,17
	23,29	23,14	16,67	1,21	3,49	1,56

(1) Valeur moyenne et écart-type de 5 animaux analysés (*Mean value and standard deviation of five animals analysed*).