

ESTIMATION DE LA COMPOSITION DES CARCASSES DE JEUNES BOVINS A PARTIR DE LA COMPOSITION D'UN MORCEAU MONOCOSTAL PRÉLEVÉ AU NIVEAU DE LA 11^e CÔTE

II. — COMPOSITION CHIMIQUE DE LA CARCASSE

J. ROBELIN et Y. GEAY

avec la collaboration technique de G. CUYLLE, R. JAILLER, R. JAILLER
et Colette RAYNAL-RONGERE

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

RÉSUMÉ

Nous avons mesuré la composition chimique (teneur en eau, matières grasses, minéraux, protéines et énergie) et de la carcasse de 80 jeunes bovins mâles entiers de différentes races (37 *Frisons*, 21 *Charolais*, 12 *Limousins* et 10 *Salers*) âgés de 9 à 17 mois. Parallèlement à cette mesure directe de la composition des carcasses, nous avons enregistré à l'abattage les valeurs d'un certain nombre de critères (poids de carcasse, poids des dépôts adipeux périrénaux et précruraux, compacité de la cuisse, poids des os canon). Nous avons également mesuré la composition tissulaire d'un morceau monocostal situé au niveau de la « 11^e côte » et la composition chimique de la viande désossée de ce morceau (muscles + gras).

Nous avons relié par régression progressive le poids de 3 constituants chimiques de la carcasse à ces différents critères. Nous avons tenu compte dans les équations d'estimation de l'effet de la race des animaux s'il était significatif. Nous avons également mesuré l'effet de l'âge des animaux sur les équations.

Les principaux critères d'estimation retenus ont été le poids de carcasse, le poids des dépôts adipeux et des muscles de la « 11^e côte » et le poids des os canon. Les poids des constituants chimiques de la viande désossée de la « 11^e côte » n'ont pas apporté d'information significative supplémentaire. La race a eu une influence significative sur les équations d'estimation des poids d'eau et de minéraux. L'âge a eu un effet sur l'équation d'estimation du poids des protéines, mais cet effet n'a pas été pris en considération pour des raisons discutées dans le texte.

Les coefficients des différentes équations sont rapportés au tableau 4. Les écarts-types résiduels de ces équations sont faibles. Exprimés en pourcentage du poids de carcasse des animaux, ils sont égaux à 1,14 p. 100 (eau), 1,21 p. 100 (matières grasses), 0,34 p. 100 (protéines), 0,73 p. 100 (minéraux) et 11 cal/g (énergie). La précision de ces équations a été comparée à celle qu'ont obtenue d'autres auteurs.

INTRODUCTION

L'estimation indirecte de la composition anatomique des carcasses de bovins a fait l'objet de nombreux travaux que nous avons mentionnés lors d'une précédente étude sur ce sujet (ROBELIN et GEAY, 1975). Mais dans de nombreux cas, il est particulièrement important de mesurer également la composition chimique et la valeur calorifique des animaux, pour quantifier la synthèse de protéines et de lipides, ou le rendement de transformation de l'énergie ingérée par les animaux. La mesure directe par broyage et analyse chimique des tissus étant longue et coûteuse, il est souhaitable de disposer d'une méthode indirecte d'estimation de la composition chimique des carcasses.

HOPPER (1944), HENNINCK et ENGLAND (1960), VANCE *et al.* (1971), POWELL et HUFFMAN (1973), ainsi que CROUSE et DIKEMAN (1974) ont mis au point des méthodes reposant sur la mesure de la composition d'un morceau représentatif de la carcasse, ou sur différentes mensurations et pesées effectuées sur les carcasses à l'abattage. Mais leur estimation a souvent été limitée à une partie de la carcasse (viande désossée ou muscles parés). De plus, les équations qu'ils ont obtenues ne sont valables que pour des animaux castrés de races Anglaises. C'est pourquoi nous avons calculé des relations applicables aux jeunes bovins mâles entiers de race Française, et permettant d'estimer la composition chimique et la valeur calorifique de la carcasse entière (y compris le squelette), à partir de mesures faciles à réaliser et analogues à celles que nous avons effectuées pour estimer la composition anatomique : dissection et analyse chimique d'un morceau monocostal situé au niveau de la 11^e côte, pesée de la carcasse, des dépôts adipeux périrénaux et précauraux, des os canon, mesure de la compacité du membre postérieur.

Faisant suite à la présentation sommaire de nos résultats que nous avons déjà faite récemment dans une courte note (ROBELIN, GEAY et BERANGER, 1975), cette étude s'appuie sur une analyse statistique plus approfondie effectuée sur les poids des composants chimiques et non pas leur valeur relative exprimée en pourcentage. Elle a pour but de calculer des équations d'estimation de la composition chimique des jeunes bovins et de préciser l'effet de l'âge et de la race des animaux sur les coefficients de ces équations.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Nous avons utilisé les résultats obtenus à partir de 80 jeunes bovins mâles (37 *Frisons*, 21 *Charolais*, 10 *Salers*, 12 *Limousins*) âgés de 9 à 17 mois et dont le poids de carcasse variait de 114 à 397 kg.

La demi-carcasse droite a été disséquée et les tissus (os, muscles, dépôts adipeux) ont été broyés et analysés séparément. La valeur calorifique a été déterminée par calorimétrie adiabatique, la teneur en matière sèche a été mesurée par lyophilisation, les matières grasses ont été extraites par le mélange chloroforme-méthanol (2/1), la teneur en matières minérales mesurée après passage des échantillons au four à 600°C.

Nous avons estimé la teneur en protéines par différence entre la matière sèche, les minéraux et les matières grasses. Cette méthode qui a déjà été employée fréquemment (PALADINES *et al.*, 1964 ; VANCE *et al.*, 1971 CROUSE et DIKEMAN, 1974 ; DONNELLY et FREER, 1974) aurait pu entraîner une erreur dans nos résultats. Afin de déceler de telles erreurs, nous avons confronté, au fur et

TABLEAU I
Caractéristiques des carcasses des taurillons utilisés

Race	Frisonne			Charolaise			Limousine			Salers		
	9	12	15	9	11	17	9	11	16	9	9	16
Age (mois)												
Nombre	10	7	20	6	3	12	3	3	6	4	4	6
Poids de carcasse (σ) (kg) ⁽¹⁾	152,7 (25,3)	225,7 (27,8)	286,6 (14,3)	162,3 (24,7)	234,3 (15,0)	362,4 (21,0)	174,5 (16,1)	259,6 (14,1)	348,3 (8,4)	129,9 (4,2)	129,9 (4,2)	314,6 (14,4)
Poids d'eau (σ) (kg)	97,3 (15,4)	135,8 (14,7)	168,5 (8,4)	107,0 (16,7)	151,5 (10,6)	225,7 (15,4)	115,1 (10,0)	169,9 (8,0)	219,9 (6,1)	82,4 (4,5)	82,4 (4,5)	196,6 (8,3)
Poids de matières grasses (σ) (kg)	15,6 (5,0)	33,8 (8,3)	47,2 (8,0)	11,9 (2,6)	25,8 (5,1)	48,3 (5,7)	13,1 (2,6)	24,8 (2,4)	40,9 (4,7)	12,3 (1,7)	12,3 (1,7)	42,9 (3,6)
Poids de matières minérales (σ) (kg)	9,0 (1,2)	11,7 (1,3)	15,7 (1,2)	9,2 (1,6)	11,2 (0,5)	16,0 (0,8)	9,4 (0,8)	12,3 (1,5)	15,8 (1,3)	7,6 (0,7)	7,6 (0,7)	16,0 (0,6)
Poids de protéines (σ) (kg)	28,7 (4,5)	40,9 (4,1)	52,0 (3,4)	32,3 (5,3)	44,1 (2,1)	69,7 (4,5)	35,6 (2,9)	50,1 (3,6)	69,2 (2,1)	24,7 (0,9)	24,7 (0,9)	61,3 (3,8)
Valeur calorifique (σ) (Mcal)	318,7 (89,9)	560,3 (117,2)	729,4 (70,1)	287,6 (46,4)	483,4 (50,2)	834,1 (62,9)	312,1 (38,6)	510,5 (37,3)	762,4 (42,1)	250,5 (17,6)	250,5 (17,6)	744,2 (49,8)

⁽¹⁾ (σ) = écart-type de la population.

à mesure des analyses, les poids des matières grasses et des protéines, à la valeur calorifique mesurée directement par calorimétrie. Sur l'ensemble des 80 animaux, la composition chimique de la carcasse a été très étroitement liée à sa valeur calorifique :

$$\text{Énergie} = 9,37 \times (\text{Poids des matières grasses}) + 5,48 (\text{poids des protéines}).$$

L'écart type de cette régression a été très faible, de l'ordre de 1 p. 100 de la valeur calorifique de la carcasse ; ce résultat montre que les erreurs de mesure du poids des matières grasses et des protéines ont été également très faibles ; en outre, les coefficients que nous avons obtenus (9,37 pour les matières grasses et 5,48 pour les protéines) sont très voisins des valeurs calorifiques de ces composants obtenus par PALADINES *et al.* (1964). Les principales caractéristiques de la composition des animaux ont été résumées au tableau 1.

Parallèlement à cette mesure directe de la composition des carcasses des animaux, nous avons enregistré les valeurs d'un certain nombre de critères (poids de carcasse chaude sans les reins ni les dépôts adipeux périnéaux, poids des tissus de la 11^e côte, poids des dépôts adipeux périnéaux et précuraux froids, poids des 4 os canon, compacité de la cuisse), selon la méthode que nous avons déjà décrite précédemment (ROBELIN et GEAY, 1975). Nous avons également mesuré la composition chimique de la viande désossée de la 11^e côte (muscles et gras broyés ensemble) selon la technique utilisée pour les différents tissus de la carcasse.

Au cours de l'analyse statistique des résultats effectuée sur les poids des composants chimiques de la carcasse, nous nous sommes fixés deux objectifs principaux :

- 1^o choisir les meilleurs variables explicatives de la composition chimique de la carcasse.
- 2^o mesurer l'influence de la race et de l'âge des animaux sur les équations d'estimation.

Nous avons tout d'abord cherché à estimer si la mesure de la composition chimique de la 11^e côte, qui représente un travail supplémentaire par rapport à la dissection de ce morceau, apportait une information significative.

Soit A l'ensemble des critères mesurés à l'abattage des animaux (poids de carcasse, poids des dépôts adipeux périnéaux et précuraux, poids des os canon, compacité de la cuisse) et des poids des tissus (os, muscles, gras) de la 11^e côte.

Soit B l'ensemble des critères A et les poids des constituants chimiques de la « 11^e côte ».

Si R_1 est la part de la variance du poids des matières grasses de la carcasse (par exemple) expliquée par les critères A, si R_2 est la part de cette variance expliquée par les critères B, la différence ($R_2 - R_1$) représente la part supplémentaire de la variance expliquée par la composition chimique de la « 11^e côte ». Nous avons testé la signification de cette différence par un test de F.

Nous avons ensuite mesuré l'influence de la race et de l'âge des animaux sur les différentes équations d'estimation par analyse de covariance ; les covariables (variables explicatives) ont été introduites dans l'analyse par régression progressive (ce qui permet de ne considérer que les variables qui apportent une information significative). Le modèle mathématique et le programme de calcul utilisés ont été décrits en détails précédemment (ROBELIN et GEAY, 1975).

RÉSULTATS

1. — Intérêt de la mesure de la composition chimique de la 11^e côte

La connaissance de la composition chimique de la 11^e côte ne permet pas d'augmenter significativement (au niveau 0,01) la part R_1 de la variance des différents composants chimiques de la carcasse, expliquée par les équations d'estimation. Les coefficients R_1 et R_2 exprimés en p. 100 (cf paragraphe matériel et méthodes) sont respectivement égaux à 99,66 et 99,70 pour l'eau, 96,55 et 96,93 pour les matières grasses, 93,48 et 93,49 pour les matières minérales, 98,68 et 98,97 pour les protéines, 99,32 et 99,36 pour la valeur calorifique de la carcasse.

2. — Influence de la race et de l'âge sur les équations d'estimation

Nous n'avons pas mis en évidence d'effet simultané de la race et de l'âge sur les différentes équations d'estimation (tabl. 2). La race seule a un effet significatif sur les équations d'estimation de l'eau ($P < 0,01$) et des matières minérales ($P < 0,001$),

tandis que l'âge a un effet significatif sur l'équation d'estimation des protéines ($P < 0,001$).

Comme nous l'avons déjà précisé précédemment (ROBELIN et GEAY, 1975), il nous a paru illusoire de tenir compte de ce facteur « âge », dont la signification dépend de la vitesse de croissance des animaux. Ainsi, nous n'avons finalement tenu compte que de la race des animaux, et ceci, dans les équations sur lesquelles elle avait un effet significatif (eau, matières minérales). Il faut cependant retenir que l'équation d'estimation des protéines, dans laquelle devrait intervenir l'effet âge, ne pourra être utilisée que pour des comparaisons entre des animaux ayant sensiblement le même âge, ce qui correspond d'ailleurs à la plupart des cas dans lesquels ces équations sont utilisées.

TABLEAU 2

Effets de l'âge et de la race des animaux sur les équations d'estimation des constituants chimiques et de la valeur calorifique de la carcasse : niveau de probabilité de ces effets

Étapes de l'analyse (1)	Étape n° 1		Étape n° 2		
	Race	Age	Race	Age	Interaction Race × Age
<i>Variable estimée</i>					
Eau	0,01	> 0,20	0,05	> 0,20	0,05
Matières grasses	0,10	0,20	> 0,20	0,10	> 0,20
Matières minérales (2)	0,001	0,001	0,01	> 0,20	0,02
Protéines	0,10	0,001	> 0,20	0,001	0,10
Énergie	0,05	0,05	0,05	0,05	> 0,20

(1) Dans la première étape, nous avons analysé séparément l'effet de l'âge et de la race sur les équations. Dans la deuxième étape, nous avons introduit simultanément les effets âge et race, ainsi que leur interaction.

(2) Dans l'étape (1), les facteurs âge et race (introduits séparément) ont tous deux un effet significatif sur l'équation d'estimation des matières minérales ; en revanche, dans l'étape (2) seule la race a un effet significatif ; ce dernier masque presque totalement l'effet de l'âge observé à l'étape (1) ; nous n'avons donc retenu que l'effet de la race.

3. — Caractéristiques des équations d'estimation

Nous avons classé au tableau 3 les variables explicatives des différentes équations d'estimation, d'après leur niveau de signification statistique.

C'est le poids de carcasse qui apporte la plus grande part de l'information dans les équations d'estimation de l'eau, des matières minérales, des protéines et de l'énergie, mais c'est le poids des dépôts adipeux de la 11^e côte qui explique en premier la variabilité des matières grasses de la carcasse.

On remarque également que l'ensemble des trois critères : poids de carcasse, poids de dépôts adipeux et des muscles de la 11^e côte, rend compte d'une grande partie de la variabilité de l'eau, des matières grasses, des protéines et de l'énergie. En revanche, il est nécessaire de connaître le poids des os canon pour estimer le poids des matières minérales.

TABLEAU 3
*Importance relative des différentes variables explicatives dans les équations d'estimation des constituants chimiques
 et de la valeur calorifique de la carcasse (1)*

	Eau	Matières grasses	Matières minérales	Protéines	Énergie
Variable n° 1 F (2)	Carcasse 1 655,4	Dépôts adipeux 11° C 234,8	Carcasse 92,6	Carcasse 423,6	Carcasse 127,7
Variable n° 2 F	Dépôts adipeux 11° C 30,8	Carcasse 56,2	Os canon 14,0	Dépôts adipeux 11° C 44,6	Dépôts adipeux 11° C 29,8
Variable n° 3 F	Compacité cuisse 7,3	Muscles 11° C 22,4	Muscles 11° C 11,8	Muscles 11° C 10,4	Muscles 11° C 10,5
Variable n° 4 F	Muscles 11° C	—	—	—	Dépôts adipeux périnéaux et précuraux 7,3
Variable n° 5 F	Dépôts adipeux périnéaux et précuraux 4,4	—	—	—	Os 11° C 5,7

(1) Seules les variables explicatives dont le niveau du test était supérieur à 0,01 ont été mentionnées.

(2) La valeur du F relatif à chaque variable représente la contribution propre à cette variable (indépendamment des autres) dans l'équation d'estimation.

TABLEAU 4

Équations d'estimation du poids des composants chimiques et de la valeur calorifique de la carcasse

Constituants chimiques estimés	Termes constants (1)			Coefficients des différentes variables explicatives dans les équations (2)							(3)		(4)
	FF	CH	LM	SL	CAR*	DA* 11°C	MU* 11°C	OS 11°C	DA P et P*	Compac. cuisse	Pds 4 os canon	R ₃	σ
Eau (kg) $\left\{ \begin{array}{l} A \text{ (6)} \\ B \text{ (6)} \end{array} \right.$	- 18,51	- 18,51	- 20,13	- 20,13	0,6358	- 64,28	11,25	0,0	- 0,5888	69,33	0,0	0,9966	2,96
	- 0,34	- 0,34	1,46	1,46	0,6344	- 82,45	15,58	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9961	3,13
Matières grasses (kg) A	3,04	3,04	3,04	3,04	0,1195	103,2	- 17,96	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9610	3,13
	0,37	0,37	0,37	0,37	0,07442	0,0	- 4,176	0,0	0,0	0,0	2,462	0,9348	0,88
Protéines (kg) A	2,27	2,27	2,27	2,27	0,1968	- 24,98	7,330	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9857	1,88
	- 51,30	- 51,30	- 51,30	- 51,30	1,924	579,0	- 116,5	440,3	7,394	0,0	0,0	0,9833	29,14
Énergie (Mcal) $\left\{ \begin{array}{l} A \\ B \end{array} \right.$	- 29,87	- 29,87	- 29,87	- 29,87	2,158	844,5	- 129,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9809	30,70

(1) Terme constant à affecter à l'équation selon la race des animaux : FF : Friponne ; CH : Charolaise ; LM : Limousine ; SL : Salers.

(2) Les variables explicatives sont exprimées en kg (sauf la compacité de la cuisse, rapport de deux longueurs).

(3) Carré du coefficient de corrélation multiple.

(4) Écart-type résiduel de la régression.

(5) L'équation A correspond à l'équation optimale, l'équation B correspond à une équation simplifiée ne faisant intervenir que le poids de carcasse et les poids des dépôts adipeux et des muscles de la 11^e côte.

* CAR : carcasse ; DA : dépôts adipeux ; MU : muscles ; DA P et P : dépôts adipeux périrénaux et prétraux.

Comme nous pouvons le constater au tableau 4, les différentes équations d'estimation sont relativement précises ; elles expliquent une très grande part de la variabilité de la composition des carcasses : (respectivement 99,7 p. 100 pour l'eau, 96,10 p. 100 pour les matières grasses, 98,6 p. 100 pour les protéines, et 98,3 p. 100 pour l'énergie). Seule l'équation d'estimation des matières minérales est moins précise (93,5 p. 100 de la variabilité expliquée). Les écarts-types résiduels de ces équations sont respectivement égaux à 2,96 kg d'eau, 3,13 kg de matières grasses, 1,88 kg de protéines 29,14 Mcal et 0,88 kg de matières minérales. Rapportés au poids moyen de carcasse des animaux (258,6 kg), ces écarts représentent 1,14 p. 100 (eau), 1,21 p. 100 (matières grasses), 0,34 p. 100 (protéines), 11 cal/g (énergie) et 0,73 p. 100 (matières minérales).

DISCUSSION

Nous avons déjà souligné au cours de la première analyse de ces résultats (ROBELIN *et al.*, 1975) que la composition chimique de la carcasse exprimée en pourcentage était fortement liée à sa composition anatomique (HOPPER, 1944 ; HANKINS et HOWE, 1946 ; VANCE *et al.*, 1971). Ceci apparaît encore plus nettement lorsque l'on considère non plus les pourcentages, mais les poids des différents composants anatomiques et chimiques de la carcasse : l'ensemble des poids des dépôts adipeux, muscles et squelette expliquent 99,7 p. 100 de la variabilité du poids d'eau de la carcasse, 98,2 p. 100 de celle du poids des matières grasses, 99,2 p. 100 de celle du poids de protéines, 98,8 p. 100 de celle de la valeur calorifique, mais seulement 94,3 p. 100 de la variabilité du poids des matières minérales. Comme la composition anatomique de la 11^e côte est un très bon critère d'estimation de la composition anatomique de la carcasse (ROBELIN et GEAY, 1975), il est logique qu'elle soit fortement liée à la composition chimique de cette dernière.

Il peut paraître étonnant que les équations d'estimation de l'eau et des protéines fassent intervenir après le poids de carcasse, le poids des dépôts adipeux de la 11^e côte, critère d'état d'engraissement. Ce résultat est très bien expliqué par les relations existant entre les différents constituants chimiques de la carcasse (tabl. 5). A même poids de carcasse, ce sont les matières grasses qui ont la plus forte variabilité résiduelle (10,24 p. 100 de la variabilité totale). La variabilité résiduelle de l'eau est égale à 0,91 p. 100, celle des protéines à 1,92 p. 100. Lorsque le poids des matières grasses est fixé (ou connu exactement), la variabilité résiduelle de l'eau et des protéines devient encore beaucoup plus faible ; elle est égale respectivement à 0,14 p. 100 et 0,85 p. 100. Ainsi, comme l'ont déjà observé plusieurs auteurs (PACE et RATHBUN, 1945 ; REID *et al.*, 1968 ; LOHMAN, 1971), la composition de la masse délipidée est très peu variable. C'est pourquoi le poids des dépôts adipeux de la 11^e côte, qui permet d'estimer le poids des matières grasses de la carcasse, est également, mais indirectement, un bon estimateur du poids d'eau et de protéines. On retrouve d'ailleurs cette liaison entre les critères d'état d'engraissement et le pourcentage d'eau et de protéines dans la carcasse dans plusieurs travaux dont nous avons rassemblé les résultats au tableau 6.

Enfin, il apparaît normal que le poids des os canon, bon estimateur du poids du squelette (ROBELIN et GEAY, 1975), soit également fortement relié au poids des matières minérales qui sont, pour la plus grande partie, localisées dans les os.

On pouvait attendre une amélioration de la précision de l'estimation de la composition chimique de la carcasse par la mesure de la composition chimique de la viande désossée de la 11^e côte. HANKINS et HOWE (1946) ont en effet obtenu une estimation du pourcentage de matières grasses dans la carcasse légèrement plus précise à partir du pourcentage de matières grasses de la viande désossée d'un morceau tricostral ($R = 0,998$) qu'à partir du pourcentage de dépôts adipeux de ce morceau ($R = 0,983$). Mais les relations ne faisaient intervenir qu'une seule variable explicative à la fois. Il est probable que dans nos résultats, l'information supplémentaire que constituait la composition chimique de la 11^e côte a été presque totalement masquée par l'information apportée par d'autres variables explicatives. C'est précisément un avantage de la technique de régression progressive (ascendante et descendante), de pouvoir éliminer de la régression des variables qui étaient déjà introduites et dont l'apport d'information fait « double emploi » avec l'apport de nouvelles variables.

TABLEAU 5

Variabilité résiduelle ⁽¹⁾ du poids des différents constituants chimiques et de la valeur calorifique de la carcasse, à même poids de carcasse et à même poids de masse délipidée ⁽²⁾

	Mode d'expression	Constituants chimiques				
		Matières grasses	Eau	Matières minérales	Protéines	Énergie
Variabilité résiduelle à même poids de carcasse	Pourcentage de la variabilité totale	10,24	0,91	9,02	1,92	3,58
	Écart-type résiduel (kg ou Mcal)	5,17	3,39	0,97	2,22	42,9
Variabilité résiduelle à même poids de masse délipidée	Pourcentage de la variabilité totale	X	0,14	8,01	0,85	0,44
	Écart-type résiduel (kg ou Mcal)	X	1,87	0,97	1,49	15,1

(¹) Nous avons représenté la variabilité résiduelle par deux critères :

- variance résiduelle exprimée en p. 100 de la variance totale ($1 - R^2$)
- écart-type résiduel de la régression.

(²) La masse délipidée est égale au poids de carcasse diminuée du poids des matières grasses.

Par rapport aux résultats que d'autres auteurs ont obtenus avec des critères d'estimation sensiblement analogues aux nôtres, ou à partir de la mesure de la densité des carcasses (tabl. 7), nos équations sont sensiblement plus précises. Elles permettent notamment d'estimer l'importance des matières grasses avec un écart-type résiduel de 1,21 p. 100 (exprimé en pourcentage du poids de carcasse) contre 1,28 à 4,06 p. 100 suivant les auteurs. Cependant, cette comparaison est rendue difficile par les différences d'état d'engraissement (pourcentage de matières grasses dans la carcasse) entre nos animaux mâles entiers de races Françaises (14,2 p. 100 en moyenne) et les bœufs,

TABLEAU 6
*Carré du coefficient de corrélation entre des critères d'état d'engraissement
 et la composition chimique des carcasses (ou de la viande désossée) des bovins*

Auteurs	Animaux	Critère d'état d'engraissement	Composition chimique (%)			Partie de la carcasse analysée
			Eau	Matières grasses	Protéines	
HANKINS et HOWE (1946)	84 bœufs 36 génisses	Lipides p. 100 dans un morceau tricostral	0,98	0,86	0,86	Viande désossée
VANCE <i>et al.</i> (1971)	8 bœufs 8 génisses	Épaisseur de gras dorsal	0,36	0,38	0,31	Carcasse entière
POWELL et HUFFMAN (1973)	41 bœufs 41 bœufs	Épaisseur de gras dorsal Gras périrénal	0,74 0,68	0,74 0,67	0,39 0,38	Viande désossée Viande désossée
CROUSE et DIKEMAN (1974)	27 bœufs 27 bœufs	Épaisseur de gras dorsal Lipides p. 100 dans un morceau tricostral	0,76 0,83	0,74 0,88	0,72 0,88	Viande désossée Viande désossée

TABLEAU 7

Précision de l'estimation de la composition chimique des carcasses de bovins

Auteurs	Animaux		Critères d'estimation	Écart-type résiduel de l'équation d'estimation (en p. 100 du poids de carcasse)			
	Nombre et sexe	Race		Matières grasses p. 100 dans la carcasse (moyenne)	Eau	Matières grasses	Protéines
GARRETT et HINMAN (1969)	48 bœufs	<i>Hereford</i>	27,9	Densité de la carcasse	1,89	1,91	0,36
GIL <i>et al.</i> (1970)	6 bœufs	<i>Hereford</i>	26,0	Densité de la carcasse	3,55	4,06	0,81
	6 taureaux 6 génisses	<i>Hereford</i> <i>Angus</i>	27,7	Densité de la carcasse	1,80	2,08	0,66
PRESTON <i>et al.</i> (1974)	36 bœufs	<i>Jersey</i> <i>Hereford</i> <i>Shorthorn</i> <i>Angus</i>	20,4	Matières grasses dans un morceau tricostral (9-11)	—	2,02	
	3 vaches 86 bœufs	<i>Angus</i> <i>Hereford</i> <i>Shorthorn</i>	13,0-15,0	Matières grasses dans la viande désossée d'un morceau tricostral		2,42	
HANKINS et HOWE (1946)	84 bœufs 36 génisses	—	30,4	Poids de carcasse, épaisseur de gras dorsal, poids des dépôts adipeux périrénaux, surface de section du long dorsal	2,7	3,9	1,3
POWELL et HUFFMAN (1973)	41 bœufs	Croisements <i>Angus</i>	35,2	Matières grasses dans un morceau tricostral (9-11). Protéines dans un morceau tricostral. Rendement au désossage. Épaisseur du gras dorsal. Poids de carcasse	1,36	1,35	0,23
CROUSE et DIKEMAN (1974)	27 taureaux	<i>Frisonne</i> <i>Charolaise</i> <i>Limousine</i> <i>Salers</i>	14,2	Poids des tissus de la 11 ^e C Poids des os canon Poids de carcasse	1,14	1,21	0,34
Résultats présentés	80 taureaux						

génisses ou vaches de races Anglaises (26,0 à 35,2 p. 100) que les auteurs cités ont utilisés. Mais l'intérêt de nos équations ne réside pas seulement dans la précision qu'elles permettent d'obtenir. Elles sont applicables à des animaux de poids de carcasse et d'état d'engraissement très variables (tabl. 1), appartenant aux principales races Françaises destinées à la production de jeunes bovins. Enfin, elles font intervenir plusieurs variables explicatives simultanément, ce qui contribue à augmenter leur fiabilité.

L'utilisation pratique de ces équations nécessite que l'on tienne compte des conditions dans lesquelles elles ont été calculées. Nous avons montré qu'il était nécessaire de moduler les équations d'estimation de l'eau et des matières minérales en fonction de la race des animaux pour lesquelles elles sont utilisées, et que les équations d'estimation des matières grasses et de l'énergie étaient valables pour toutes les races. Nos résultats ont également montré que l'équation d'estimation des protéines devait être ajustée en fonction de l'âge des animaux, dont nous ne pouvons pas tenir compte dans la pratique, car sa signification dépend de la vitesse de croissance, donc de la technique de production. Cette dernière équation ne peut donc être utilisée que pour comparer des animaux ayant sensiblement le même âge.

Enfin, nous avons présenté au tableau 4 deux équations d'estimation simplifiées (pour l'eau et l'énergie) ne faisant intervenir que le poids de carcasse et les poids de dépôts adipeux et de muscles dans la 11^e côte. Les écarts-types de ces équations sont relativement voisins de ceux des équations optimales (3,13 contre 2,96 kg et 30,70 contre 29,14 Mcal respectivement pour l'eau et l'énergie). Il est alors possible d'estimer tous les constituants chimiques de la carcasse à partir du poids de carcasse, des résultats de dissection de la 11^e côte, et du poids des 4 os canon, sans avoir à mesurer le poids des dépôts adipeux périrénaux et précuraux, dont la méthode de prélèvement est difficile à standardiser dans les conditions pratiques d'abattage commercial.

Comme nous l'avons déjà mentionné à propos de l'estimation de la composition anatomique de la carcasse (ROBELIN et GEAY, 1975), le prélèvement de la 11^e côte (située au milieu du pan traité) entraîne une dépréciation de la carcasse, supérieure à la valeur théorique du morceau prélevé. Aussi cherchons-nous actuellement à relier la composition de la carcasse à celle d'un morceau plus facile à prélever au niveau de la 6^e côte, située à l'extrémité antérieure du pan traité.

Reçu pour publication en septembre 1975.

SUMMARY

ESTIMATION OF THE COMPOSITION OF YOUNG BEEF CARCASSES

FROM THE COMPOSITION OF THE « 11TH RIB CUT ».

II. — CHEMICAL COMPOSITION OF THE CARCASS

The chemical composition (water, fat, ash, protein and energy) of the carcasses of 80 young bulls from different breeds (37 *Friesian*, 21 *Charolais*, 12 *Limousin* and 10 *Salers*) aged between 9 and 17 months, was measured. Besides this direct measurement of the carcass composition, the values of some criteria were recorded at slaughter (carcass weight, weight of kidney and precural fat, hind leg thickness/hind leg length, weight of canon bones). The weight of fat, muscles and bones of the « 11th rib cut » was also measured as well as the chemical composition of the deboned cut (muscle + fat). Using the stepwise regression method, the weight of the chemical

components of the carcass was correlated with these different criteria. The effect of the breed of the animals, when significant, was taken into account in these equations. The effect of the age of the animals on these equations was also determined.

The main criteria of estimation were carcass weight, weight of fat depots and muscles of the « 11th rib » and weight of the canon bones. The weights of the chemical components of the deboned meat from the « 11th rib » did not give any further significant information. The breed had a significant effect on the regression equations of the weight of water and ash. The age affected the regression equation of protein weight, but this effect was not considered for reasons discussed in the paper.

The different regression equations were the following :

Weight of water (kg) = constant term

$$\begin{aligned} &+ 0.6358 \times \text{weight of hot carcass (kg)} \\ &- 64.28 \times \text{weight of 11th rib fat depots (kg)} \\ &+ 11.25 \times \text{weight of 11th rib muscles (kg)} \\ &- 0.5888 \times \text{weight of kidney and precrural fat (kg)} \\ &+ 69.33 \times \text{leg thickness/leg length} \\ &R^2 = 0.9966 \quad SD = 2.96 \text{ kg} \end{aligned}$$

The constant term is — 18.51 kg for *Friesian* or *Charolais* bulls and — 20.13 kg for *Limousin* or *Salers*

Weight of fat (kg) = — 3.04

$$\begin{aligned} &+ 0.1195 \times \text{weight of hot carcass (kg)} \\ &+ 103.2 \times \text{weight of 11th rib fat depots (kg)} \\ &- 17.96 \times \text{weight of 11th rib muscles (kg)} \\ &R^2 = 0.9610 \quad SD = 3.13 \text{ kg} \end{aligned}$$

Weight of ash (kg) = constant term

$$\begin{aligned} &+ 0.04442 \times \text{weight of hot carcass (kg)} \\ &- 4.176 \times \text{weight of 11th rib muscles (kg)} \\ &+ 2.462 \times \text{weight of the 4 canon bones} \\ &R^2 = 0.9348 \quad SD = 0.88 \text{ kg} \end{aligned}$$

The constant term is 0.37 kg for *Friesian* or *Salers* bulls and 0.47 for *Charolais* or *Limousin*.

Weight of protein (kg) = — 2.27

$$\begin{aligned} &+ 0.1968 \times \text{weight of hot carcass (kg)} \\ &- 24.98 \times \text{weight of 11th rib fat depots (kg)} \\ &+ 7.330 \times \text{weight of 11th rib muscles (kg)} \\ &R^2 = 0.9857 \quad SD = 1.88 \text{ kg} \end{aligned}$$

Calorific value (Mcal) = — 51.30

$$\begin{aligned} &+ 1.924 \times \text{weight of hot carcass (kg)} \\ &+ 579.0 \times \text{weight of 11th rib fat depots (kg)} \\ &- 116.5 \times \text{weight of 11th rib muscles (kg)} \\ &+ 440.3 \times \text{weight of the 11th rib bones (kg)} \\ &+ 7.394 \times \text{weight of kidney and precrural fat (kg)} \\ &R^2 = 0.9833 \quad SD = 29.14 \text{ Mcal} \end{aligned}$$

The accuracy of these different equations was compared with those obtained by other authors.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CROUSE J. D., DIKEMAN M. E., 1974. Methods of estimating beef carcass chemical composition. *J. Anim. Sci.*, **38**, 1190-1196.
- DONNELLY J. R., FREER M., 1974. Prediction of body composition of live sheep. *Aust. J. Agric. Res.*, **25**, 825-34.

- GARRETT W. N., HINMAN N., 1969. Re-evaluation of the relationship between carcass density and body composition of beef steers. *J. Anim. Sci.*, **28**, 1-5.
- GIL E. A., JOHNSON R. R., CAHILL V. R., McCLURE K. E., KLOSTERMAN E. W., 1970. An evaluation of carcass specific volume, dye dilution, and empty body parameters as predictor of beef carcass composition over a wide range of fatness. *J. Anim. Sci.*, **31**, 459-69.
- HANKINS O. G., HOWE P. E., 1946. Estimation of the composition of beef carcass. *Tech. Bull. U. S. Dept. Agric.*, 926.
- HENNINCK W. H., ENGLAND D. C., 1960. A method of estimating the percentage of protein and fat in the edible portion of steer carcass. *J. Anim. Sci.*, **19**, 1190-94.
- HOPPER T. H., 1944. Methods of estimating the physical and chemical composition of cattle. *J. Agric. Res.*, **68**, 239-68.
- LOHMAN T. G., 1971. Biological variation in body composition. *J. Anim. Sci.*, **32**, 647-653.
- PACE N., RATHBUN E., 1945. Studies on body composition. III. The body water and chemical combined nitrogen content in relation to fat content. *J. Biol. Chem.*, **158**, 685-91.
- PALADINES O. L., REID J. T., BENSADOUN A., VAN NIEKERK B. D. H., 1964. Heat combustion values of the protein and fat in the body and wool of sheep. *J. Nutr.*, **82**, 145-149.
- POWELL W. E., HUFFMAN D. L., 1973. Predicting chemical composition of beef carcasses from easily obtainable carcass variables. *J. Anim. Sci.*, **36**, 1069-76.
- PRESTON R. L., VANCE R. D., CAHILL V. R., KOCK S. W., 1974. Carcass specific gravity and carcass composition in cattle and the effect of bone proportionality on this relationship. *J. Anim. Sci.*, **38**, 47-51.
- REID J. T., BENSADOUN A., BULL L. S., BURTON J. H., GLEESON P. A., HAN I. K., JOY Y. D., JOHNSON D. E., McMANUS W. R., PALADINES O. L., STROUD J. W., TYRELL H. F., VAN NIEKERK B. D. H., WELLINGTON G. H., WOOD J. D., 1968. Changes in body composition and meat characteristics accompanying growth of animals. *Proc. Cornell Conf. Feed. Manuf.*, 18-37.
- ROBELIN J., GEAY Y., 1975. Estimation de la composition des carcasses de jeunes bovins à partir de la composition d'un morceau monocostal prélevé au niveau de la 11^e côte. I. Composition anatomique de la carcasse. *Ann. Zootech.*, **24**, 391-402.
- ROBELIN J., GEAY Y., BERANGER C., 1975. Note : Estimation de la composition chimique des carcasses de jeunes bovins mâles, à partir de la proportion de dépôts adipeux d'un morceau monocostal prélevé au niveau de la 11^e côte. *Ann. Zootech.*, **24**, 323-326.
- VANCE R. D., OCKERMAN H. W., CAHILL V. R., PLIMPTON R. F., 1971. Chemical composition as related to selected measurements used in beef carcass evaluation. *J. Anim. Sci.*, **33**, 744-749.