

Influence du mode d'élevage, de la sélection et de l'alimentation sur l'état d'engraissement des bovins

par C. BERANGER, J. ROBELIN

*Laboratoire de la Production de Viande, I.N.R.A.,
Theix, Saint-Genes Champanelle, 63110 Beaumont.*

Summary. *Effect of management, selection and feeding on cattle fat weight.*

For a given body weight, the fat weight of cattle varies widely with breed, sex and feed. This paper shows the magnitude of differences between breeds in body composition and particularly the interaction between breed and energy intake on growth and fattening. Decrease of energy intake reduces fat deposition and consequently increases feed efficiency. However, this effect is also related to the maturity and the protein retention capacity of animals. The consequences of fatness variations in relation to production system, breeding and feeding cattle are discussed.

L'état d'engraissement des bovins varie de façon considérable sous l'influence de nombreux facteurs et ces variations ont des conséquences importantes sur la production quantitative et qualitative de la viande. Avant de résumer nos connaissances concernant l'influence des principaux facteurs zootechniques sur l'état d'engraissement des bovins, il convient de préciser ce que nous entendons par « état d'engraissement » : c'est d'abord le poids de dépôts adipeux séparables par dissection ou le poids de matières grasses déterminées par analyse chimique, dans la carcasse ou dans le corps entier d'un animal, rapporté au poids de la carcasse ou à la masse corporelle (poids vif vide = poids vif — poids du contenu digestif). C'est aussi la répartition de ce poids total de dépôts adipeux ou de matières grasses entre les différentes localisations anatomiques : dépôts internes situés dans la cavité générale (compris dans la carcasse et dans le « 5^e quartier »), dépôts intermusculaires, dépôts sous-cutanés (dits de couverture) et dépôts intramusculaires situés entre les fibres musculaires. Cette notion peut encore faire intervenir la composition chimique des matières grasses des dépôts adipeux ou les caractéristiques cellulaires de ces dépôts.

Nous ne considérerons dans cet exposé que les poids des dépôts adipeux séparables par dissection car le poids des matières grasses est étroitement lié à ceux-ci. En effet, 40 à 50 p. 100 des matières grasses corporelles sont situés dans les dépôts adipeux, et la teneur en matières grasses des muscles et du squelette augmente avec la proportion de dépôts adipeux dans la carcasse (Callow, 1948). Les coefficients de corrélation entre la proportion de dépôts adipeux et la teneur en matières grasses de la

viande désossée sont très élevés : $r = 0,992$ (Callow, 1948) et $0,996$ (Hopper, 1944) chez des animaux gras ; de même que ceux observés entre le pourcentage de dépôts adipeux et la teneur en matières grasses du corps entier chez des animaux plus maigres : $r = 0,958$ (Robelin, résultats non publiés). La connaissance de la composition anatomique permet donc d'apprécier la teneur en matières grasses dans le corps ou les tissus (Robelin *et al.*, 1975).

Nous n'aborderons pas les variations de la composition des matières grasses corporelles qui sont assez faibles chez les bovins en fonction des facteurs alimentaires et ont été de ce fait peu étudiées. Enfin, l'évolution de la cellularité du tissu adipeux des bovins n'a pas encore été bien analysée puisque seuls Hood et Allen (1973) ont, à notre connaissance, abordé cet aspect.

Rappel des lois générales d'évolution de l'état d'engraissement avec l'âge et le poids.

L'évolution complète de la composition corporelle des bovins a été peu étudiée en raison du coût des mesures. Les travaux anciens de Trowbridge, Moulton et Haigh (1919), Hopper (1944) aux U.S.A. puis de l'équipe de Callow en Grande-Bretagne (1947, 1948) sur bœufs et animaux adultes n'ont été repris que récemment par Tulloh (1963), Anon. (1966), Robelin *et al.* (1974), Schultz *et al.* (1974), Andersen (1975) et Jesse *et al.* (1976) sur bouvillons et taurillons en croissance.

De façon très générale, la composition corporelle évolue selon les lois classiques énoncées par J. Hammond, illustrée par les résultats de la figure 1, obtenus au Meat Research Institute (Anon., 1966) sur bœufs de 0 à 2 ans : jusqu'à 250-300 kg de poids

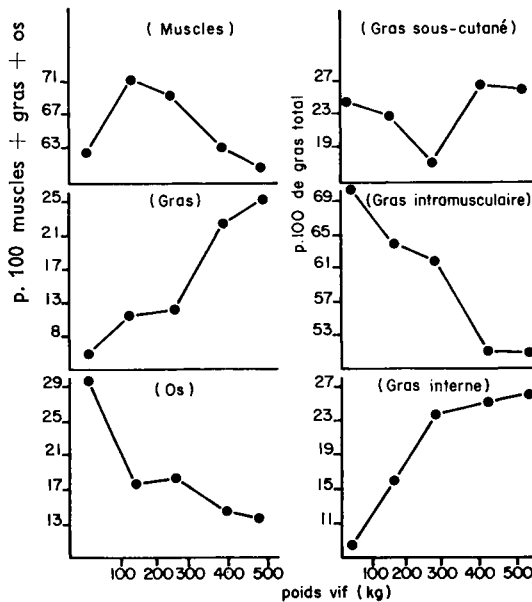


FIG. 1. — Répartition des tissus de la carcasse de bœufs Frisons (Anonyme, 1966).

vif la proportion de dépôts adipeux est faible et augmente lentement tandis que la proportion d'os diminue et la proportion de muscle augmente ; au-delà de ce poids qui se situe aux alentours du point d'inflexion de la courbe de croissance des bovins et de la puberté, la proportion de dépôts adipeux augmente rapidement, tandis que diminue la proportion de muscle et d'os. Dans la masse totale des dépôts adipeux, la proportion des dépôts adipeux internes augmente rapidement au départ, celle des dépôts adipeux intermusculaires diminue sans cesse et celle des dépôts sous-cutanés, relativement faible dans l'espèce bovine, augmente au-delà du poids de 400 kg.

Le poids des tissus (y) et le poids du corps (P), de même que le poids des divers dépôts par rapport au poids total de graisse sont très étroitement liés par une relation de la forme $Y = a P^b$ caractérisée par le coefficient d'allométrie b . Ce coefficient d'allométrie par rapport au corps entier est voisin de 1 pour la musculature, se situe aux alentours de 2 pour les dépôts adipeux en augmentant avec l'âge, et est voisin de 0,7 pour le squelette.

Nous disposons encore de peu de données permettant de mieux définir les lois de la croissance des bovins sur une longue période, en particulier dans le cas des animaux entiers ; les résultats récents obtenus par Andersen (1975) sur des taurillons de race Rouge Danoise, entre 180 et 550 kg, et par Robelin sur des taurillons de race Limousine entre 300 et 700 kg permettent de préciser nos connaissances.

Cependant, contrairement à ce qu'affirmait Tulloh en 1963, il existe pour un même poids vif, de très grandes variations de la composition corporelle ; celles-ci ont certes une moins grande amplitude que celles qu'on observe, lorsqu'on compare à un même âge des animaux de poids différent ; mais elles demeurent importantes et sont liées au sexe, au génotype, à l'alimentation et au mode d'élevage des animaux.

Variations avec le sexe.

Les femelles ont une croissance pondérale plus faible que celle des mâles mais un développement plus rapide des dépôts adipeux : à même poids vif, elles présentent un poids plus élevé de dépôts adipeux. Les mâles castrés ont une croissance et un développement intermédiaires entre les taureaux et les génisses. Ces phénomènes, bien connus, sont très bien illustrés par les données obtenues par Mukhoty et Berg (1971) qui montrent que, quand on passe des taureaux aux génisses Hereford, le coefficient d'allométrie des dépôts adipeux double, et que pour une même masse maigre le poids des dépôts adipeux augmente de 39 p. 100. Avec des animaux de races Charolaise et Limousine, beaucoup plus tardifs que les Hereford, nous avons obtenu des résultats similaires (tabl. 1) : les taureaux Charolais âgés de 15 mois, bien que plus lourds que les bœufs, ont une proportion de dépôts adipeux dans la carcasse beaucoup plus faible et surtout moins de dépôts sous-cutanés. De même, les génisses Limousines beaucoup plus légères que les taureaux à 13 mois sont cependant plus grasses et ont relativement plus de dépôts adipeux sous-cutanés, périrénaux et péri-tonéaux. Ce développement des dépôts adipeux du « 5^e quartier » est une des causes du rendement en carcasse plus faible des génisses par rapport aux taureaux.

Ces variations de l'état d'engraissement en fonction du sexe expliquent, en grande partie, l'intérêt que présente la production des taurillons par rapport à celle

des bœufs et les problèmes posés par l'utilisation des génisses pour la production de la viande : les taurillons fixant moins de graisse que les bœufs ont un coût alimentaire de production inférieur et fournissent, pour un même poids vif, un poids de muscles supérieur à celui des bœufs. En revanche, les génisses ont un coût alimentaire beaucoup plus élevé et fournissent des carcasses beaucoup trop grasses, contenant moins de muscles ; pour les utiliser efficacement, il faut les abattre très précocement à un poids généralement trop faible pour une bonne utilisation commerciale.

TABLEAU 1

Variations de la répartition des dépôts adipeux selon le sexe

Race	Charolaise		Limousine	
	Mâle entier	Mâle castré	Mâle entier	Femelle
Sexe				
Age (mois)	15	15	13	13
Poids vif vide (kg)	472	445	390	304
Gain moyen quotidien (g/j)	1 462	1 063	1 233	792
Composition de la carcasse (p. 100)				
Dépôts adipeux	8,8	14,1	9,8	14,3
Muscles	71,0	65,0	76,4	71,8
Répartition des dépôts adipeux (p. 100)				
DA carcasse	71,5	72,2	78,8	75,2
DA 5 ^e quartier	28,5	27,8	21,2	24,8
DA sous-cutanés	10,8	13,5	9,1	13,4
DA intermusculaires	50,6	49,1	59,0	51,9
DA internes	9,7	9,6	10,6	9,6

Cette influence des hormones sexuelles sur la composition corporelle, se manifeste aussi dans l'action des stéroïdes anabolisants qui limitent la formation des dépôts adipeux et favorisent la protéinogénèse. Ces substances sont assez largement utilisées en élevage bovin et ont fait l'objet de nombreux travaux.

Influence du génotype.

Les grandes variations de la composition corporelle qui existent entre génotypes ont été longtemps masquées chez les bovins par l'influence considérable des conditions de production et d'alimentation. Les travaux réalisés depuis 10 ans sur les races Françaises et Européennes, dans le cadre de la production intensive de taurillons, ont mis clairement en évidence des différences, les animaux étant alors tous capables d'extérioriser leur potentiel génétique de croissance. En particulier, les données obtenues à l'I.N.R.A. de Theix (Robelin et Geay, résultats non publiés) montrent que pour un même format adulte, les animaux de race laitière (Frisonne), rustique (Salers)

ou à viande (Limousine) présentent de grandes différences dans leur coefficient d'allométrie des divers dépôts adipeux et par suite dans la composition corporelle et la répartition des dépôts adipeux pour un même poids vif vide, ou un même poids de dépôts adipeux (tabl. 2 et 3). Les taurillons à forte croissance musculaire (race Limousine) ont un développement plus faible des dépôts adipeux que les taurillons laitiers (Frisons). Cette différence, particulièrement nette au niveau des dépôts adipeux du 5^e quartier, se traduit par un meilleur rendement en carcasse et en muscles pour un même poids vif vide : au même poids de 450 kg, les taurillons Limousins comportent, par rapport aux taurillons Frisons, 35 p. 100 de dépôts adipeux en moins dans la carcasse. Ils ont moins de dépôts adipeux sous-cutanés et autour des viscères. Les taurillons de race Salers se situent en position intermédiaire pour la plupart des critères.

Des différences génétiques, dans la répartition des dépôts adipeux, avaient déjà été clairement montrées sur des bœufs, entre les races Anglo-saxonnes qui déposent beaucoup de gras sous-cutanés et la race Frisonne ou les produits de croisement Charolais (Callow, 1961 ; Charles et Johnson, 1976) (fig. 2). Ces variations ne sont pas sans intérêt dans la mesure où un développement plus important des dépôts sous-cutanés serait le reflet d'une plus grande proportion de graisse intramusculaire déterminant le « persillé », et donc en partie responsable de la jutosité et de la saveur des viandes.

Les différences de composition corporelle entre génotypes ont des conséquences considérables à 3 niveaux :

1) *En ce qui concerne les types de production.* Abattus à un même poids de carcasse, les animaux de races différentes produisent des carcasses dont l'état d'engraissement

TABLEAU 2

Influence de la race sur la croissance relative des dépôts adipeux des taurillons

Race	Limousine	Salers	Frisonne
Variations du poids vif vide (kg)	250-600	230-490	230-450
Coefficients d'allométrie par rapport au poids vif vide			
— Dépôts adipeux de la carcasse	1,56	1,57	1,98
— Muscles	1,01	1,03	0,94
— Squelette	0,71	0,71	0,79
Dépôts adipeux dans le 5 ^e quartier	1,65	1,84	2,26
Dépôts adipeux totaux	1,59	1,62	2,05
Dépôts adipeux :			
— sous-cutanés	2,44	2,27	2,64
— intermusculaires	1,49	1,40	1,81
— internes	1,32	1,77	2,15
— périrénaux	1,81	2,27	2,51
— péritonéaux	1,82	2,21	2,75
— mésentériques	1,48	1,27	1,78
— péricardiaques	1,02	1,23	1,45

(Robelin et Geay, résultats non publiés)

TABLEAU 3

Influence de la race sur le poids des différents dépôts adipeux

Race	Limousine	Salers	Frisonne
Comparaison à même poids vif vide : 450 kg			
Poids (en kg) :			
— Carcasse	317	295	284
— Muscles	237	206	178
— Squelette	39,7	44,8	41,6
Poids des dépôts adipeux de la carcasse (kg).	34,6	41,3	49,4
Poids des dépôts adipeux :			
— 5 ^e quartier	9,2	11,9	17,7
— totaux	43,8	53,2	67,1
Poids des dépôts adipeux :			
— sous-cutanés	4,9	6,8	9,8
— intermusculaires	24,7	28,6	32,8
— internes	5,1	5,7	6,3
— périrénaux	2,5	3,2	4,8
— péritonéaux	3,4	4,7	7,3
— mésentériques	2,4	2,9	4,1
— péricardiaques	0,9	1,1	1,5
Comparaison à même poids de dépôts adipeux : 40 kg			
Répartition en p. 100 des dépôts adipeux totaux :			
— de la carcasse	79,4	78,3	75,4
— du 5 ^e quartier	20,6	21,7	24,6
— sous-cutanés	10,4	11,4	12,8
— intermusculaires	57,0	56,3	53,2
— internes	12,0	10,6	9,5
— périrénaux	5,6	5,6	6,4
— péritonéaux	7,6	8,1	9,2
— mésentériques	5,3	5,8	6,6
— péricardiaques	2,0	2,3	2,6
Poids vif vide (kg)	421	377	350

(Robelin et Geay, résultats non publiés)

est très différent. Si l'on veut abattre les animaux au même état d'engraissement, ce qui est le cas général, on obtient des poids de carcasse, et donc des âges d'abattage, croissant en raison inverse de la précocité des races. Dans les deux cas, la proportion de muscles — et surtout le poids de muscles produit dans le second cas — augmentent notablement lorsqu'on passe des races laitières aux races mixtes et aux races à viande (tabl. 4) (Geay et Malterre, 1973).

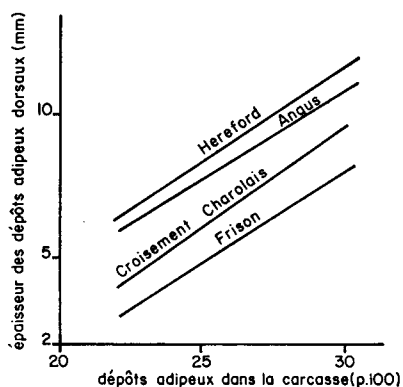


FIG. 2. — Variation de l'épaisseur des dépôts adipeux sous-cutanés en fonction du pourcentage de dépôts adipeux totaux de la carcasse (Charles et Johnson, 1976).

TABLEAU 4

Influence de la race sur l'état d'engraissement des carcasses de bovins

A) Comparaison à même poids de carcasse : 310 kg

Race	Dépôts adipeux (p. 100)	Poids de muscles total (kg)	$\frac{\text{Poids de muscles}}{\text{Poids vif vide}} \times 100$
Charolaise	9,7	220	47,3
Salers	12,0	215	44,9
Normande	12,6	211	44,6
Montbéliarde	12,3	209	43,3
Frisonne	17,3	191	40,6

B) Comparaison à même état d'engraissement (12 p. 100 de dépôts adipeux dans la carcasse).

Race	Poids de carcasse (kg)	Poids de muscles total (kg)	$\frac{\text{Poids de muscles}}{\text{Poids vif vide}} \times 100$
Charolaise	354	248	47,2
Salers	317	217	44,7
Normande	313	211	44,6
Montbéliarde	309	209	43,3
Frisonne	293	198	43,1

2) *En ce qui concerne la sélection et l'utilisation du croisement entre races.* Les différences entre génotypes se retrouvent dans les croisements entre races ; les animaux croisés ayant un état d'engraissement intermédiaire à celui des races parentales, le classement des animaux croisés reflète celui des races paternelle et (ou) maternelle, même lorsque les animaux ne sont pas abattus à poids constant (tabl. 5) (Colleau, 1975; Bibe *et al.*, 1974).

TABLEAU 5

Influence des croisements entre races sur l'état d'engraissement des carcasses

	Poids de carcasse (kg)	Dépôts adipeux dans la « 11 ^e côte » (p. 100)
Colleau (1975)		
— Valeurs moyennes	294	19,8
— Valeurs estimées des effets des génotypes :		
— Holstein	— 30	+ 3,0
— Holstein × Normand	+ 6	+ 2,6
— Normand	— 13	— 0,5
— Charolais × Normand	+ 12	— 1,7
— Charolais	+ 25	— 3,5
Bibe, Frebling, Menissier (1974)		
— Valeur ajustée à un âge moyen 443 j		
— Père Charolais	279	16,2
— Père Blonde d'Aquitaine	266	16,9
— Mère Charolais × Aubrac	260	16,8
— Mère Blonde × Aubrac	255	17,9
— Mère Aubrac × Aubrac	242	20,5

Le choix des races en croisement terminal ou à double étage permet donc d'agir de façon considérable sur la composition des carcasses des animaux pour un même système de production. A l'intérieur d'une même race, on peut sélectionner des reproducteurs qui assurent à leurs descendants un plus faible état d'engraissement comme le prouve l'exemple des animaux de type culard en race Charolaise : les taureaux culards forment très peu de graisse et d'os et beaucoup plus de carcasse et de muscles que les animaux normaux (Béranger et Geay, 1971). En croisement avec une race s'engraissant rapidement, la Frisonne, ils réduisent davantage la lipogénèse de leurs descendants que les taureaux Charolais du type normal (Bibe *et al.*, 1976).

3) *En ce qui concerne les besoins nutritionnels des animaux.* La valeur calorifique du kg de gain de poids vif, pour un même poids et un même gain de poids journalier, varie considérablement selon le génotype : par exemple, 3 200 kcal par kg de gain pour un taurillon Frison contre 2 400 kcal pour un taurillon Limousin de 450 kg ayant un croît de 1 200 g/j. Par suite, les besoins énergétiques et l'efficacité alimentaire des animaux des différents génotypes placés dans les mêmes conditions est très différente (7,5 U.F./kg gain pour un taurillon Frison contre 6,8 U.F./kg gain pour un taurillon Limousin de 450 kg ayant un croît de 1 200 g/j) (Geay *et al.*, résultats non publiés).

Influence de l'alimentation.

Les variations du niveau des apports alimentaires modifient beaucoup la croissance et la composition du gain de poids des bovins (cf. revue de Jarrige, 1972). Dans la plupart des nombreuses études réalisées sur ce sujet, on a fait varier le niveau d'apport énergétique, les autres apports nutritifs n'étant pas limitants. Mais dans beaucoup de cas, on n'a pas abattu les animaux au même poids, et par suite, peu de travaux permettent de mettre clairement en évidence l'influence du niveau d'alimentation au cours de la vie sur la composition corporelle à poids constant. Par ailleurs, de nombreux travaux concernant l'influence de la composition de la ration sur la croissance et la composition des carcasses se ramènent à des variations de l'apport d'énergie nette, soit du fait de variations du niveau d'ingestion ou soit du fait de différences de l'utilisation métabolique des nutriments fournis par ces rations.

TABLEAU 6

Influence du niveau alimentaire sur la composition des carcasses de taurillons

Niveaux alimentaires : A = ad. libitum ; B = 86 p. 100 de A ; C = 75 p. 100 de A ; D = 64 p. 100 de A (180 à 540 kg de poids vif).

Lots	A	B	C	D
Coefficients d'allométrie par rapport au poids vif :				
— Muscles	0,99	1,00	1,09	1,03
— Dépôts adipeux carcasse	1,74	1,62	1,36	1,19
Poids des tissus au poids vif de 540 kg :				
— Carcasse (kg)	310,5	307,4	301,7	280,6
— Muscles (kg)	100,7	105,5	104,7	98,6
— Dépôts adipeux (kg)	27,9	22,2	19,3	13,7

(Andersen, 1975)

1) Effet d'une réduction continue de l'apport énergétique.

Les travaux récents d'Andersen au Danemark sur taurillons de race Rouge Danoise illustrent avec précision le phénomène général bien connu (tabl. 6) : lorsque le niveau alimentaire diminue, la croissance relative de la musculature est peu modifiée alors que celle des dépôts adipeux diminue fortement et régulièrement. Par suite, pour un même poids vif, le poids de dépôts adipeux dans la carcasse diminue notablement. Cependant, pour un même âge et un même poids, cet effet ne présente pas la même amplitude selon le génotype. Nous avons montré (Geay, 1976) qu'une diminution du niveau d'alimentation entre 11 et 15 mois entraînait pour des taurillons de race Salers une réduction notable de l'état d'engraissement à poids de carcasse constant alors qu'elle a peu modifié la composition de la carcasse de taurillons Charolais, agissant seulement sur leur vitesse de croissance ; les résultats obtenus sur les tauril-

lons croisés Charolais X Salers étaient intermédiaires (tabl. 7). Ce phénomène se trouve confirmé lorsqu'on regroupe les données obtenues sur des taurillons Limousins et sur des taurillons Frisons subissant une restriction énergétique entre 9 et 15 mois (Robelin et Geay, résultats non publiés) : chez les Frisons, la réduction très marquée des dépôts adipeux internes du 5^e quartier entraîne une amélioration du rendement en carcasse (tabl. 8). Chez les Limousins, la diminution de l'état d'engraissement est faible.

TABLEAU 7

Influence du niveau d'alimentation entre 11 et 15-16 mois sur la composition des carcasses de taurillons selon le génotype
(estimées des différences H - B en kg ; Lot H : ad libitum ; Lot B : — 18 p. 100).

	Moyenne générale de la population (kg)	Salers	Charolais × Salers	Charolais
A même durée :				
— Gain de poids vif	218,4	+ 21,4	+ 21,4	+ 21,4
— Poids vif vide	481,9	+ 12,2	+ 54,0	+ 40,8
— Poids de carcasse	320,7	+ 5,8	+ 37,6	+ 28,0
A même poids vif vide :				
— Poids de carcasse	320,7	— 3,6	— 3,6	— 3,6
— Poids de dépôts adipeux totaux..	51,9	+ 19,2	+ 20,0	+ 5,2
A même poids de carcasse :				
— Poids de dépôts adipeux	41,4	+ 15,4	+ 15,8	+ 3,6

(Geay, Robelin, Beranger, 1976)

Cet effet de l'alimentation sur la composition du gain des animaux est sous la dépendance de deux facteurs : la capacité d'ingestion et la capacité de protéinogénèse. Chez les animaux de race laitière, la capacité d'ingestion est très élevée et leur permet d'ingérer une quantité d'énergie bien supérieure à celle qui serait nécessaire pour satisfaire leurs besoins de croissance musculaire. Le surplus d'énergie ingérée est alors déposé sous forme de graisse. Une diminution des quantités d'énergie ingérées réduit sélectivement le dépôt de gras. En revanche, les animaux à forte croissance musculaire ont une capacité d'ingestion beaucoup plus faible, correspondant à leur protéinogénèse ; une réduction des apports énergétiques réduit peu leur adipogénèse mais surtout leur croissance musculaire et modifie relativement peu leur état d'engraissement.

Donc, lorsque le niveau alimentaire diminue, la composition corporelle se trouve notablement modifiée chez les animaux à forte adipogénèse et peu modifiée chez les animaux à faible adipogénèse.

Ces interactions génotype-niveau alimentaire peuvent être reliées aux différences de stade de maturité physiologique des animaux au moment où intervient la restriction alimentaire. Si l'on veut réduire l'état d'engraissement des animaux à un poids donné, il faut donc réduire la quantité d'énergie ingérée au moment où la capacité de rétention protéique diminue et où l'adipogénèse devient élevée. Cela souligne

TABLEAU 8

Influence du niveau alimentaire de 9 à 15-17 mois sur la répartition des dépôts adipeux des taurillons

Race	Frisonne			Limousine		
	Niveau d'alimentation	ad libitum	Limité (— 13 p. 100)	Diffé- rence en p. 100	ad libitum	Limité (— 13 p. 100)
Gain de poids journalier (g)	1 350	1 066	— 21	1 173	1 063	— 9
Poids de carcasse (kg) ...	277	274	— 1	402	403	0
Muscles (kg)	186	190	+ 2	300	304	+ 1
Dépôts adipeux de la car- casse (kg)	44,5	37,7	— 15 (**)	53,3	49,2	— 8
Dépôts adipeux du 5 ^e quar- tier (kg)	16,7	10,6	— 37 (**)	16,8	11,3	— 33 (**)
Dépôts adipeux totaux (kg)	61,2	48,3	— 21 (**)	70,1	60,5	— 14
Dépôts adipeux en p. 100 du poids vif vide.	13,8	11,2	— 21 (**)	12,3	10,6	— 14
Carcasse/poids vif vide (p. 100)	62,5	63,4	+ 2	70,7	70,9	0
Dépôts périrénaux (kg) ..	4,8	2,5	— 48 (**)	3,7	2,6	— 30 (**)

Les différences significatives au niveau 1 p. 100 sont signalées par le signe (**).

(Robelin et Geay, résultats non publiés)

l'importance que revêt la détermination du niveau optimum d'alimentation aux différentes époques de la vie de l'animal pour obtenir une carcasse d'un poids et d'un état d'engraissement donnés.

2) Effet d'une réduction temporaire de l'apport énergétique.

De nombreux travaux ont été réalisés pour comparer aux effets de deux niveaux alimentaires, continuellement élevés (HH) ou bas (BB), les conséquences de restrictions temporaires, soit finales (HB), soit initiales (BH), permettant une croissance compensatrice ultérieure (cf. revue de Jarrige, 1972). Les résultats obtenus ne permettent pas toujours de comparer les animaux à même poids de carcasse et sont souvent contradictoires, sans doute en raison des différences de réaction selon le génotype ou le stade de maturité physiologique des animaux lors du traitement expérimental. L'expérience très complète, réalisée par Waldmann *et al.* (1971) au U.S.A. (fig. 3) sur des bouvillons de race précoce (Holstein), illustre bien les phénomènes généralement observés par la plupart des auteurs : une restriction alimentaire dans le jeune âge (0 à 91 kg) ne modifie pas la composition corporelle ultérieure quels que soient le régime ultérieur et le poids de carcasse (lot 1 comparé au lot 2 et lots 3-4 comparés aux lots 5 et 6). Une restriction alimentaire entre 91 et 596 kg diminue notablement l'état d'engraissement d'autant plus que les animaux ont été bien alimentés au départ (lot 3 par rapport au lot 1 et lot 5 par rapport au lot 2). Un niveau alimentaire élevé entre 455 et 590 kg, après restriction entre 91 et 455 kg, permet une croissance compensatrice qui conduit à un état d'engraissement un peu inférieur à celui des animaux

bien alimentés depuis le poids de 91 kg (lot 4 par rapport au lot 1), la différence d'état étant plus marquée lorsque les animaux ont été restreints dès le jeune âge (lot 5 par rapport au lot 2). Ce sont les animaux bien alimentés au départ, puis restreints dès le poids de 91 kg qui ont produit les carcasses de 350 kg les moins grasses.

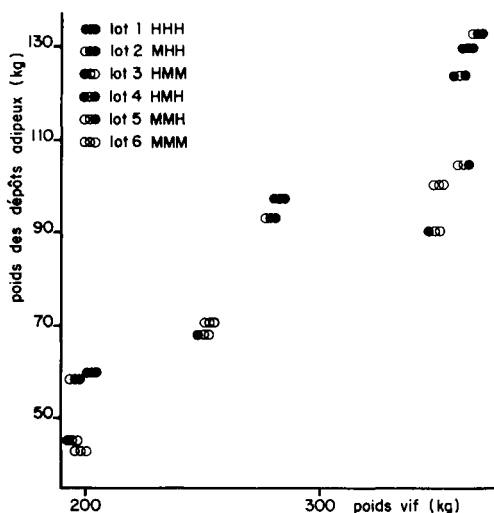


FIG. 3. — Influence du niveau des apports alimentaires sur la composition de la carcasse de bœufs Holstein, abattus aux poids vifs de 341, 455 et 590 kg.

2 niveaux : H : ad libitum ; M : 60-70 p. 100 de ad libitum

3 périodes : 0-91 kg : H ou M ; 91-455 kg : H ou M ; 455-590 kg : H ou M (Waldman, 1971).

A l'exception des résultats obtenus par Levy *et al.* (1971) sur des taurillons Frisons, les travaux réalisés sur bouvillons indiquent tous qu'une diminution du niveau alimentaire entre les âges de 6 et 10-12 mois entraîne une croissance compensatrice ultérieure lorsque les animaux sont à nouveau nourris à volonté ; cela conduit à un état d'engraissement légèrement inférieur ou égal et parfois même supérieur à celui des animaux sans cesse bien alimentés. Les travaux d'Henrickson *et al.* (1965), rapportés au tableau 9, illustrent ce phénomène. Cependant, bien qu'elle n'entraîne pas généralement une diminution de l'état d'engraissement final, une période de restriction précédant une phase de haut niveau alimentaire peut présenter de l'intérêt en améliorant l'efficacité alimentaire. De plus, une courte période de sous-alimentation (3 à 5 semaines), en cours de croissance, peut diminuer notablement l'état d'engraissement final comme l'indiquent les résultats présentés à la figure 4 (Geay, 1976), confirmés par des expériences réalisées par l'I.T.E.B. * et l'I.T.C.F. **.

L'ensemble de nos connaissances actuelles indique donc qu'il est souhaitable de limiter, chez les bovins comme chez les porcs, le niveau d'alimentation pour réduire

* Institut Technique de l'Élevage Bovin, 149, rue de Bercy, 75012 Paris.

** Institut Technique des Céréales et des Fourrages, 8, avenue du Président Wilson, 75016 Paris.

l'état d'engraissement des animaux à forte adipogenèse ; mais le stade optimum auquel il faut intervenir, la durée et le niveau de cette restriction restent encore difficiles à préciser en fonction du sexe des animaux et de leur génotype.

TABLEAU 9

*Influence de modulations des apports alimentaires
sur la composition des carcasses de bouvillons Hereford*

1 ^{re} phase	Niveau alimentaire	Haut		Modéré	
	Gain moyen quotidien (g/j)	1 023		860	
2 ^e phase	Niveau alimentaire	Haut	Modéré	Haut	Modéré
	Gain moyen quotidien (g/j)	753	544	809	632
Poids de carcasse (kg)		242,9	236,5	236,5	242,0
Composition de la carcasse (p. 100)					
— Muscles		55,8	58,4	57,3	60,3
— Dépôts adipeux		31,9	27,4	29,5	25,9

(Henrickson, 1965)

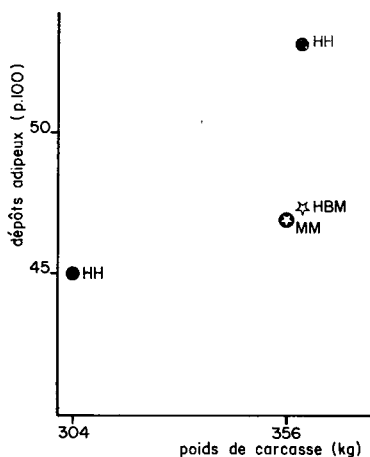


FIG. 4. — Influence du niveau d'alimentation sur la composition des carcasses de taurillons Charolais X Salers engraisés entre 9 et 17 mois (Geay, 1976).

HH : ad libitum de 9 à 17 mois ; MM : restriction légère de 9 à 17 mois (86 p. 100 de ad libitum) ; HBM : ad libitum jusqu'à 15 mois puis 3 semaines de restriction sévère et restriction légère jusqu'à 17 mois.

Il existe peu d'études dans lesquelles le niveau azoté de la ration a été diminué notablement pour un même apport énergétique et au cours desquelles les animaux ont été abattus à poids constant. Les travaux récents de Peterson *et al.* (1973) et de Brannan

et al. (1973) confirment que pour un même niveau d'énergie, l'apport d'azote, s'il modifie la vitesse de croissance, entraîne peu de variations dans la composition des carcasses.

Influence des méthodes d'élevage.

Les différents modes d'élevage des bovins résultent de l'action conjuguée des divers facteurs que nous venons d'étudier : le poids et l'âge d'abattage, le sexe ou l'état hormonal, le niveau alimentaire aux différentes périodes de la vie de l'animal qui détermine la forme de la courbe de croissance. Celle-ci est liée au niveau alimentaire en stabulation, mais surtout à l'utilisation plus ou moins importante du pâturage qui entraîne une chute de poids lors de la mise à l'herbe, une croissance généralement rapide au printemps, puis plus ou moins ralentie durant l'été selon la quantité et la qualité de l'herbe offerte aux animaux. La combinaison de ces divers facteurs dans un système de production entraîne une grande variation de l'état d'engraissement des animaux selon leur type comme l'illustrent les résultats présentés au tableau 10 (Geay et Béranger, résultats non publiés) ; nous y avons comparé des taurillons et des génisses de 15-17 mois Charolais Salers (maintenus en stabulation et croissance intensive du sevrage à l'abattage) à des bœufs et génisses de 24 mois, ayant pâture entre 13 et 20 mois avant une période d'engraissement à l'auge entre 20 et 24 mois.

TABLEAU 10

Influence du sexe et du mode d'élevage sur la composition corporelle des bovins

Animaux	Taurillons de 15 mois	Génisses de 15 mois	Génisses de 24 mois	Bœufs de 24 mois	Taurillons de 17 mois	Bœufs de 34 mois
Durée de la période d'engraissement (j)	162	188	96	57	200	86
Gain moyen quotidien (g/j)	1 286	948	1 177	1 298	1 358	1 081
Poids de carcasse (kg)	312	262	311	316	336	336
Dépôts adipeux du 5 ^e quartier (kg)	6,8	17,0	22,6	15,2	29,6	18,6
Dépôts adipeux de la carcasse :						
— kg	32,7	46,8	66,7	48,5	38,9	55,3
— p. 100 de la carcasse	10,5	17,9	21,4	15,3	11,6	16,5

(Geay et Beranger, résultats non publiés)

Parmi les autres facteurs qui peuvent intervenir pour modifier l'état d'engraissement des animaux, le niveau de leur activité physique et les conditions d'ambiance ne sont pas négligeables. Les animaux qui pâturent s'engraissent plus lentement que les animaux qui reçoivent à l'auge, en stabulation couverte, la même herbe coupée (Chenost et Demarquilly, 1969 ; Béranger et Petit, 1971). De même, les animaux en stabulation entravée, maintenus généralement dans des étables fermées, s'engraissent plus rapidement que des animaux comparables maintenus en stabulation libre, généralement ouverte (Frison, Geay et Béranger ; résultats non publiés). Enfin, entre des

veaux sevrés précocement à l'âge de 3 mois, puis maintenus en stabulation entravée sur un régime riche en céréales et des veaux comparables sevrés à l'âge de 5 mois après avoir suivi leur mère au pâturage des différences notables d'état d'engraissement ont été observées à l'âge de 9-12 et 15 mois par Geay (1971).

Conclusion.

L'importance des dépôts adipeux varie donc de façon considérable chez les bovins pour un même poids vif sous l'influence de facteurs physiologiques, nutritionnels et génétiques que l'éleveur peut en grande partie convenablement maîtriser. On peut en effet produire un bovin de boucherie selon deux grands principes :

— soit en le plaçant continuellement dans des conditions homogènes ; son poids et son âge d'abattage seront déterminés en fonction de son état hormonal, de son génotype et de son niveau d'alimentation ;

— soit en faisant varier, selon les périodes de la vie, les conditions d'alimentation et d'environnement de telle sorte que la croissance soit discontinue ; durant les périodes favorables, l'animal fixe une certaine quantité de dépôts adipeux qui seront ensuite utilisés ou dilués dans la masse corporelle durant les périodes de croissance faible ; à la fin de chacune de ces phases de restriction, l'animal est plus lourd et plus maigre qu'au début et peut à nouveau former des dépôts adipeux durant la période favorable suivante ; cela permet d'obtenir finalement des carcasses beaucoup plus lourdes qu'en système intensif pour un même état d'engraissement. Il convient donc de se définir d'abord des objectifs concernant l'état d'engraissement recherché : le minimum de graisse, car cela constitue un sous-produit de faible valeur qui coûte cher à produire, mais tout en restant à un niveau compatible avec une bonne qualité de la viande. Pour déterminer cet état d'engraissement optimal, il importe de mieux connaître les relations qui existent entre l'état d'engraissement de l'animal, le « persillé » lié au gras intramusculaire et les qualités organoleptiques de la viande.

Pour obtenir de façon sûre et efficace cet engraissement optimal pour un poids de carcasse donné, il faut fonder les méthodes de production et d'alimentation sur des études de base qui font actuellement défaut ; celles-ci devront décrire avec précision le développement des dépôts adipeux des bovins de différents types génétiques et les mécanismes de ce développement. Ces travaux devraient permettre de déterminer les stades critiques du développement au niveau desquels on pourrait intervenir efficacement pour maîtriser l'adipogénèse des différents types de bovins.

Réunion Groupe Développement INRA/Productions animales
Thiverval-Grignon, 14-15 avril 1976.

Références

- 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. *Rep. Major Beef Res. Proj.*, The Royal Smithfield Clud, London.
- BERANGER C., GEAY Y., 1971. Aptitudes des différentes catégories de jeunes bovins à la production

- de viande. Variations liées au sexe et au type génétique. In *La production de viande par les jeunes bovins*. S.E.I., I.N.R.A., Versailles. Etude n° 46, p. 81-94.
- BERANGER C., PETIT M., 1971. Production de jeunes bovins à partir d'herbe. In *La production de viande par les jeunes bovins*. S.E.I., I.N.R.A., Versailles. Etude n° 46, p. 279-292.
- BIBE B., FREBLING J., MENISSIER F., 1974. Schéma d'utilisation des races rustiques en croisement avec des races à viande. In *L'exploitation des troupeaux de vaches allaitantes*. VI Jour. Inf. « Grenier de Theix » ; Suppl. au Bull. tech. C.R.Z.V. Theix-I.N.R.A., p. 192-211.
- BIBE B., FREBLING J., MENISSIER F., VISSAC B., 1976. Double muscle sires for terminal crossing French experiments. 2nd Semin. Genet., Comm. Eur. Communities.
- BRANNAN W. G., HATFIELD E. E., OWEN F. N., LEWIS J. M., 1973. Protein concentration and sources for finishing ruminant fed high concentrate diets. *J. anim. Sci.*, **36**, 782-787.
- CHENOST M., DEMARQUILLY C., 1969. Comparaison entre le pâturage et l'affouragement en vert pour la production de viande bovine. *Ann. Zootech.*, **18**, 277-298.
- COLLEAU J. J., 1975. Comparaison entre la race mixte Normande, les races spécialisées Holstein Canadienne et Charolaise et leurs croisements. II. Performances d'engraissement et de carcasse des mâles. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **7**, 35-48.
- CALLOW E. H., 1947. Comparative studies of meat. I. The chemical composition of fatty and muscular tissue in relation to growth and fattening. *J. agric. Sci.*, **37**, 113-129.
- 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.
- CALLOW E. H., 1961. Comparative studies of meat. VII. A comparison between Hereford, Dairy Shorthorn and Friesian steers on four levels of nutrition. *J. agric. Sci.*, **56**, 265-282.
- CHARLES D. D., JOHNSON E. R., 1976. Breed differences in amount and distribution of bovine carcass dissectible fat. *J. anim. Sci.*, **42**, 332-341.
- GEAY Y., 1971. Adaptation du mode d'élevage et d'alimentation au type génétique. In *La production de viande par les jeunes bovins*. S. E. I., I.N.R.A., Versailles. Etude n° 46. p. 95-109.
- GEAY Y., MALTERRE C., 1973. Croissance, rendement et composition des carcasses de différentes races. *Bull. tech. C.R.Z.V. Theix-I.N.R.A.*, **14**, 17-20.
- GEAY Y., 1976. Fitting the diet to the potential of the animal. In *Improving the nutritional efficiency of beef production*, 333-348. Comm. Eur. Communities.
- GEAY Y., ROBELIN J., BERANGER C., 1976. Influence du niveau alimentaire sur le gain de poids vif et la composition de la carcasse de taurillons de différentes races. *Ann. Zootech.* (sous presse).
- HENRICKSON R. L., POPE L. S., HENDRICKSON R. F., 1965. Effect of rate of gain of fattening beef calves on carcass composition. *J. anim. Sci.*, **24**, 507-513.
- HOOD R. L., ALLEN C. E., 1973. Cellularity of bovine adipose tissue. *J. Lipid Res.*, **14**, 605-610.
- HOPPER T. H., 1944. Methods of estimating the physical and chemical composition of cattle. *J. agric. Res.*, **68**, 239-268.
- I.T.C.F., 1975. *Compte rendu d'expérience Quimper*. n° 34. Réf. 5-8-29-61.
- I.T.C.F., 1976. *Compte rendu d'expérience Boigneville*. n° 17-18. Réf. 6-8-16-61.
- I.T.E.B., 1976. *Compte rendu d'essai. Mauron*. T 01.
- JARRIGE R., 1972. Influence de l'alimentation sur les caractéristiques et la qualité de la carcasse et de la viande des bovins. 2nd Congr. mond. aliment. anim., Madrid 1972, 855-881.
- JESSE G. W., THOMPSON G. B., CLARK J. L., HEDRICK H. B., WEIMER H. 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.
- LEVY D., FOLMAN Y., HOLZER Z., DRORI D., 1971. Compensatory growth in intensively raised bulls calves. *J. anim. Sci.*, **33**, 1078-1085.
- MUKHOTY H., BERG R. T., 1971. Influence of breed and sex on the allometric growth patterns of major bovine tissues. *Anim. Prod.*, **13**, 219-227.
- PETERSON G. A., HATFIELD E. E., GARRIGUS U. S., 1973. Influence of concentration of dietary energy on protein needs of growing finishing cattle. *J. anim. Sci.*, **36**, 772-781.
- ROBELIN J., GEAY Y., 1976. 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. II. Composition chimique. *Ann. Zootech.*, **25**, 259-272.

- ROBELIN J., GEAY Y., BERANGER 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., BERANGER C., 1975. Estimation de la composition chimique des carcasses de jeunes bovins mâles, à partir de la proportion des dépôts adipeux d'un morceau monostal prélevé au niveau de la 11^e côte. *Ann. Zootech.*, **24**, 323-326.
- SCHULTZ E., OSLAGE H. J., DAENICKE R., 1974. Untersuchungen über die Zusammensetzung der Körpersubstanz sowie den Stoff und Energieansatz bei wachsenden Mastbullen. *Fortschr. Tierphysiol. Tierernähr.*
- TROWBRIDGE P. F., MOULTON C. R., HAIGH L. D., 1919. Composition of the beef animal and energy cost of fattening. *Mo Agr. Expt. Station Res. Bull.*, n° 30.
- TULLOH N. M., 1963. The carcass composition of sheep, cattle and pigs as function of body weight. In D. E. TRIBE. *Carcass composition and appraisal of meat animal*, Vol. 5, 1-16, East Melbourne C.S.I.R.O.
- WALDMAN R. C., TYLER W. J., BRUNGARDT., 1971. Changes in the carcass composition of Holstein steers associated with ration energy levels and growth. *J. anim. Sci.*, **32**, 611-619.
-