

Influence de la vitesse de croissance sur la composition du gain de poids des bovins : variations selon la race et le sexe

J. ROBELIN

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

Résumé

On a mesuré par la méthode des abattages les variations de la composition du croît en fonction de la vitesse de croissance chez des taurillons Pie Noirs et Charolais × Salers et chez des génisses Charolais × Salers engraisés entre 280-300 kg et 480-540 kg.

Pour un même gain journalier de masse corporelle (1 kg), on observe des différences importantes dans la composition du gain, et notamment dans sa teneur en lipides qui varie de 16,0 p. 100 chez les taurillons Charolais × Salers à 19,5 p. 100 chez les taurillons Pie Noirs et 31,0 p. 100 chez les génisses Charolais × Salers.

Lorsque la vitesse de croissance (g) des animaux augmente sous l'influence d'un accroissement des quantités d'énergie ingérée, la quantité de lipides fixés s'accroît proportionnellement à g élevé à la puissance 1,78. Simultanément, la quantité de protéines retenues s'accroît proportionnellement à g élevé à la puissance 0,73 à 0,83 selon le type d'animal (tabl. 2). En conséquence, la quantité d'énergie fixée par jour augmente avec g élevé à la puissance 1,43.

Ainsi lorsque la vitesse de croissance est accrue, la teneur en lipides et la valeur calorifique du croît augmentent tandis que la teneur en protéines diminue (fig. 1).

Les conséquences de cette variation de la composition du croît sur les besoins alimentaires de croissance des animaux sont discutées.

Introduction

L'influence du niveau des apports alimentaires sur la composition corporelle des bovins a fait l'objet de très nombreux travaux dont les résultats ont été synthétisés dans différentes revues bibliographiques (ALLDEN, 1970; JARRIGE, 1972; GEAY, 1976; BERANGER et ROBELIN, 1977; GEAY et ROBELIN, 1979). La réduction des apports d'énergie pendant la période d'engraissement des bovins entraîne généralement une réduction plus ou moins importante de la vitesse de croissance

et une diminution de l'état d'engraissement des carcasses à l'abattage au même poids. Ainsi, pour un même animal, lorsque sa vitesse de croissance diminue, la teneur de son gain en lipides et donc en énergie décroît. Bien que ce phénomène soit maintenant bien établi on n'a jamais formulé clairement, à notre connaissance, la relation entre la composition du croît et son intensité. Les travaux de LOFGREEN et GARRETT (1968) aux U.S.A. ont permis de calculer une relation entre la valeur calorifique du croît et son intensité chez des bouvillons et des génisses de races Anglo-Saxonnes; cependant, ces relations ne sont pas extrapolables aux animaux à viande utilisés en France, dont le croît est beaucoup moins riche en lipides et en énergie (JARRIGE *et al.*, 1978; ROBÉLIN, GEAY, BÉRANGER, 1979); de plus, elles ne précisent pas l'évolution de la teneur en lipides et surtout en protéines du croît, dont la connaissance est nécessaire à la détermination des besoins des animaux en croissance.

Cette étude a pour objet l'analyse des variations de la composition du gain, teneurs en lipides, en protéines et de sa valeur calorifique, en fonction de la vitesse de croissance mesurée sur des taurillons et des génisses Charolais \times Salers et des taurillons Pie Noirs, engraisés entre 9 et 16 mois (280-300 kg à 480-540 kg).

Matériel et méthodes

Nous avons utilisé dans cette étude les résultats de deux expériences destinées à mesurer l'influence du niveau des apports alimentaires sur la vitesse de croissance et la composition corporelle des bovins.

Conduite des animaux

Les animaux utilisés ont été élevés sous la mère au pâturage et sevrés à l'âge de 8 mois. Après une période de transition, ils ont été répartis en lots au poids de 280-300 kg (tabl. 1). Les animaux ont ensuite reçu des quantités d'énergie différentes selon les lots de 7,0 à 8,9 Unités Fourragères Viande par jour (VERMOREL, 1978; GEAY *et al.*, 1978)^(*) pour les 4 lots de taurillons Pie Noirs, de 5,4 à 8,7 U.F.V. par jour pour les 6 lots de taurillons Charolais Salers, et de 4,6 à 7,8 U.F.V. par jour pour les 6 lots de génisses Charolais Salers (tabl. 1). Ces différences dans les quantités d'énergie ingérée ont été obtenues, soit grâce à des différences dans les quantités distribuées d'une ration de composition constante (distribution à volonté ou restreinte), soit grâce à des différences dans la concentration énergétique (pourcentage d'aliment concentré) de rations distribuées à volonté (tabl. 1). Les animaux ont été abattus entre 480 et 540 kg selon le sexe et le génotype, au poids correspondant au stade d'abattage commercial.

Mesure de la composition du gain de poids

La composition chimique du gain de poids (lipides, protéines, énergie), a été calculée par différence entre la composition corporelle des animaux à la fin de

(¹) Unité Fourragère Viande = Équivalent en énergie nette pour l'entretien et la croissance de 1 kg d'orge.

TABLEAU I
Conditions expérimentales; race, sexe et gain de poids des animaux; nature de l'alimentation, énergie ingérée
Experimental design: breed, sex, body weight gain of animals; nature of feed and energy intake

Nombre Number	Race Breed ⁽¹⁾	Sexe Sex ⁽¹⁾	Poids vif (kg) Body weight		Gain de poids vif (g/j) Daily gain	Pourcentage de concentré p. 100 of concentrate ⁽²⁾	Alimentation (Feedng)		Énergie ingérée " Energy intake "	
			Initial Initial	Final Final			Nature du fourrage Nature of the roughage	Énergie nette Net energy (UFV /j) ^(3,4)	Énergie métabolisable Metabolizable energy (Mcal /j)	
5	PN	M	287	493	1 015	82	Paille	7,0	20,20	
6	PN	M	298	506	1 044	82	Paille	7,2	20,86	
5	PN	M	279	496	1 232	89	Paille	8,0*	22,80	
6	PN	M	297	506	1 450	87	Paille	8,9*	25,20	
10	CS	M	314	534	893	25	Foin de prairie naturelle ⁽⁵⁾	5,4*	15,88	
10	CS	M	311	557	1 004	80	Foin de prairie naturelle	6,3	15,99	
8	CS	M	303	542	1 123	19	Foin de luzerne comprimé ⁽⁶⁾	6,2	18,64	
9	CS	M	309	562	1 105	80	Foin de luzerne comprimé	6,8	18,47	
5	CS	M	304	534	1 252	80	Foin de luzerne comprimé	7,7*	21,93	
5	CS	M	305	570	1 455	80	Foin de prairie naturelle	8,7*	21,92	
10	CS	F	287	437	627	25	Foin de prairie naturelle	4,6*	13,47	
10	CS	F	280	454	728	80	Foin de prairie naturelle	5,3	13,68	
8	CS	F	280	441	801	20	Foin de luzerne comprimé	5,1	15,36	
10	CS	F	280	448	840	80	Foin de luzerne comprimé	5,6	15,38	
5	CS	F	281	483	1 147	80	Foin de luzerne comprimé	7,6*	20,67	
5	CS	F	281	481	1 131	80	Foin de luzerne comprimé	7,8*	19,70	

(1) P.N. = Pie Noire; CS = Charolais × Salers; M = Mâle; F = Femelle.

(2) L'aliment concentré était composé de céréales et de tourteaux, ces derniers étant en quantité suffisante pour que les besoins en azote des animaux soient satisfaits (The compound feed included cereals and oil-meals, the amount of the latter being sufficient to satisfy the animals requirements for protein).

(3) U.F.V. = Unité Fourragère Viande (VERMOREL, 1978 (Meat feed unit)).

(4) Les valeurs accompagnées du signe * correspondant à des rations distribuées à volonté (Values accompanied by the sign * correspond to diets offered ad-libitum).

(5) Foin de prairie naturelle (Meadow hay).

(6) Foin de luzerne comprimé (Lucerne hay cubes).

l'expérience, et leur composition initiale estimée à partir de mesures effectuées sur des animaux comparables.

La composition initiale des animaux Charolais \times Salers a été estimée par abattage, broyage de la masse corporelle (corps entier-contenu digestif) et analyse chimique de 5 taurillons et 4 génisses représentatifs de l'ensemble des animaux sur la base de leur poids et de leur âge. Les résultats concernant la composition de ces animaux ont été rapportés précédemment (ROBELIN et GEAY, 1978). La composition des taurillons Pie Noirs a été estimée à partir de celle de 23 animaux d'âge et de poids comparables (314 kg) dont on avait mesuré la composition corporelle par dissection à l'abattage au cours d'expériences antérieures (ROBELIN, GEAY, BÉRANGER, 1974).

En fin d'expérience, tous les animaux ont été abattus. On a estimé leur composition chimique à partir du poids des dépôts adipeux du cinquième quartier et de la composition de la « 11^e côte » selon la méthode décrite précédemment (ROBELIN et GEAY, 1978). Cette méthode s'est révélée précise, puisqu'elle permet d'estimer la valeur calorifique moyenne d'un lot de 8 animaux avec la même précision (3 p. 100) que la mesure directe, par broyage et analyse chimique, sur 5 animaux.

Analyse des résultats

On a étudié la relation entre le gain moyen journalier de masse corporelle (g) et la quantité de lipides, de protéines et d'énergie fixée par jour (y) en moyenne sur la période expérimentale, selon une équation de type exponentielle : $y = ag^b$. Les coefficients « a » et « b » ont été calculés par régression logarithmique à partir des résultats moyens de chaque lot d'animaux, afin d'éliminer les variations individuelles liées au potentiel génétique des animaux. La signification statistique des différences entre types d'animaux (sexe et race) a été étudiée par analyse de covariance, la covariable étant le gain journalier moyen de masse corporelle (g).

La forme de la relation choisie, présente l'avantage sur une relation de type polynomial en g , de permettre une interprétation facile des coefficients; le coefficient « a » représente la proportion de chaque constituant dans le gain de masse corporelle (y/g) pour une valeur de g égale à 1 kg par jour. La valeur du coefficient « b » par rapport à 1, indique le sens de l'évolution de cette proportion y/g lorsque g s'accroît : si « b » est supérieur à 1, y/g varie dans le même sens que g , si « b » est inférieur à 1, y/g et g varient dans des sens opposés.

Résultats

Différences selon le sexe et le génotype dans la composition du croît pour un gain de masse corporelle fixé

Les valeurs du coefficient « a » figurant au tableau 2 illustrent les différences de composition du croît entre les trois types d'animaux étudiés. Pour un même gain journalier de masse corporelle (1 kg), la quantité de lipides fixés varie de 160 g chez les taurillons Charolais \times Salers à 195 g chez les taurillons Pie Noirs et même 310 g chez les génisses Charolais Salers, tandis que la quantité de protéines retenues varie en sens inverse (respectivement 205, 192 et 161 g). Ces différences dans la composition du croît entraînent des variations importantes dans sa valeur calori-

TABLEAU 2

Variation de la quantité de lipides, de protéines et d'énergie fixée (y; kg ou Mcal/j) selon la vitesse de croissance (g; kg/j) chez des des taurillons charolais × Salers (MCS), Pie Noirs (MPN) ou des génisses Charolais Salers (FCS): $y = ag^b$

Variations in the amount of lipids, proteins and energy retained (y; kg or Mcal/day) by Charolais Salers bulls (MCS), Friesian bulls (MPN) or Charolais × Salers heifers (FCS) according to growth rate (g : kg/day): $y = ag^b$

Équations Equations	a			b		
	MCS	MPN	FCS	MCS	MPN	FCS
Lipides (Lipids)	0,160	0,195	0,310	1,78	1,78	1,78
Protéines (Proteins)	0,205	0,192	0,161	0,83	0,73	0,73
Énergie (Energy)	2,700	2,923	3,833	1,43	1,43	1,43

Résultats expérimentaux

Experimental data

Animaux Animals	Durée Length	Gain journalier (kg) (Daily gain)			
		Masse corporelle Empty body	Lipides Lipids	Protéines Proteins	Énergie Energy
MPN	206	0,917	0,163	0,180	2,55
MPN	200	0,895	0,153	0,177	2,45
MPN	179	1,140	0,253	0,210	3,56
MPN	147	1,306	0,326	0,234	4,39
MCS	247	0,729	0,096	0,156	1,81
MCS	215	0,986	0,134	0,208	2,46
MCS	247	0,931	0,143	0,193	2,46
MCS	219	1,100	0,204	0,220	3,19
MCS	186	1,441	0,313	0,276	4,53
MCS	186	1,290	0,253	0,254	3,84
FCS	241	0,481	0,091	0,092	1,40
FCS	202	0,663	0,142	0,122	2,02
FCS	241	0,656	0,145	0,120	2,06
FCS	202	0,802	0,201	0,141	2,72
FCS	176	1,108	0,380	0,172	4,57
FCS	176	1,188	0,423	0,180	5,02

fique : 2 700 kcal/kg chez les taurillons Charolais Salers, 2 920 kcal/kg chez les taurillons Pie Noirs et 3 830 kcal/kg chez les génisses Charolais × Salers. Enfin, la part de l'énergie fixée sous forme de protéines est beaucoup plus élevée chez les taurillons Charolais × Salers (43 p. 100) ou les taurillons Pie Noirs (37 p. 100) que chez les génisses Charolais Salers (23 p. 100).

Variation de la composition du croît en fonction de la vitesse de croissance

La quantité de lipides fixés par jour est proportionnelle au gain de masse corporelle élevé à la puissance 1,78 (tabl. 2) pour chacune des catégories d'animaux.

En d'autres termes, lorsque la vitesse de croissance des animaux s'accroît de 10 p. 100 en valeur relative, la quantité de lipides fixés s'accroît de 17,8 p. 100 en valeur relative entraînant aussi une augmentation de la teneur en lipides du gain (fig. 1). La valeur de l'exposant du gain de masse corporelle n'est pas significativement différente entre les types d'animaux (tabl. 2); cependant, l'accroissement en valeur absolue de la teneur en lipides du gain en fonction de la vitesse de croissance est variable selon les types d'animaux (fig. 1). Ainsi, pour un même accroissement du gain journalier de masse corporelle de 1 000 à 1 200 g/j par exemple, la teneur en lipides du gain augmente de 2,4 points (16,0 à 18,4 p. 100) chez les taurillons Charolais Salers, de 3 points (19,5 à 22,5 p. 100) chez les taurillons Pie Noirs et de 4,7 points (31,0 à 35,7 p. 100) chez les génisses Charolais \times Salers (fig. 1).

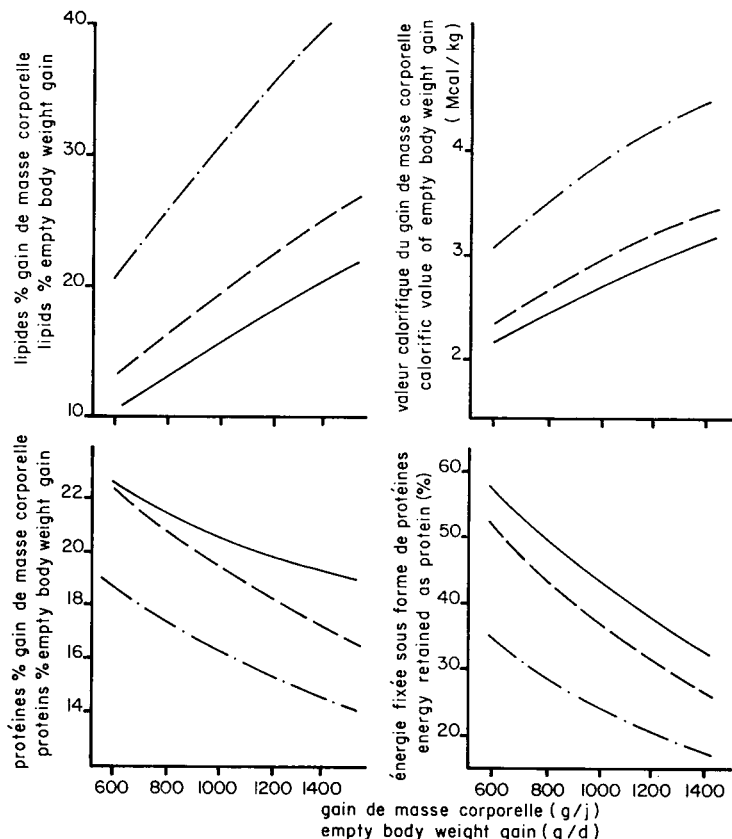


FIG. 1. — Évolution en fonction du gain de masse corporelle (g/j) de la composition du croît et du pourcentage d'énergie fixée sous forme de protéines chez des taurillons Charolais \times Salers (—) des taurillons Pie Noirs (---) et des génisses Charolais \times Salers (-.-.-).

Variation with empty body weight gain (g/d) of the composition of gain and energy retained as protein in Charolais \times Salers bulls (—), Friesian bulls (---) and Charolais \times Salers heifers (-.-.-).

La valeur du coefficient relatif aux protéines est voisine de 0,8; elle varie de 0,73 chez les génisses Charolais × Salers et les taurillons Pie Noirs à 0,83 chez les taurillons Charolais Salers (tabl. 2). A une augmentation de 10 p. 100 de la vitesse de croissance, correspond donc une augmentation de 8 p. 100 seulement de la quantité de protéines retenues journallement. Ainsi, lorsque le gain de masse corporelle s'accroît de 1 000 à 1 200 g/j, le pourcentage de protéines dans le croît diminue de 20,5 à 19,9 p. 100 chez les taurillons Charolais × Salers, de 19,2 à 18,3 p. 100 chez les taurillons Pie Noirs et de 16,1 à 15,3 p. 100 chez les génisses Charolais × Salers (fig. 1).

Enfin, le coefficient relatif à l'énergie est égal à 1,43 quel que soit le type d'animal. A une augmentation de 10 p. 100 de la vitesse de croissance, correspond une augmentation de 14,3 p. 100 en valeur relative de la quantité d'énergie fixée journallement. Lorsque le gain de masse corporelle s'accroît de 1 000 à 1 200 g/j, la valeur calorifique du croît augmente de 2 700 à 2 920 kcal/kg chez les taurillons Charolais Salers, de 2 923 à 3 161 kcal/kg chez les taurillons Pie Noirs et de 3 833 à 4 145 kcal/kg chez les génisses Charolais × Salers (fig. 1).

Discussion

Nous avons déjà signalé que ces résultats n'ont pas été obtenus au cours d'une expérience planifiée en vue de l'analyse qui en a été faite; les marges de poids vif (début-fin expérience) n'ont pas été identiques entre animaux, toutefois, elles étaient en rapport avec leur poids adulte et donc probablement avec leur âge physiologique. Les niveaux d'apport d'énergie n'ont pas tous été obtenus avec la même ration. Dans une certaine mesure, leur valeur relative peut donc être critiquable. Cependant, dans la majorité des cas (12 lots sur 16), la ration comportait plus de 80 p. 100 d'aliment concentré et le fourrage (élément variable) ne représentait donc qu'une faible part de l'énergie ingérée.

Variations de la composition du croît selon les types d'animaux

Les variations dans la composition du croît que nous avons observées entre types d'animaux, confirment les différences maintenant bien connues, dans la précocité du développement tissulaire des animaux selon leur génotype ou leur sexe (GEAY, ROBELIN, JARRIGE, 1974; ROBELIN, GEAY, BÉRANGER, 1974; BÉRANGER, ROBELIN, 1977; ROBELIN, GEAY BONAITI, 1977; GEAY, ROBELIN, 1979); les taurillons de race à viande ou issus de croisement avec une race mixte (Salers par exemple) ont un croît de 5 à 10 p. 100 plus riche en protéines et de 15 à 20 p. 100 plus pauvre en lipides, que celui des taurillons de race laitière de même poids. Par ailleurs, les taurillons ont un croît beaucoup plus riche en protéines (+ 30 p. 100) et beaucoup plus pauvre en lipides (— 50 p. 100) que celui des génisses de même race et de même poids. D'après les résultats de JESSE *et al.* (1976) ou de GARRETT (1977) les bouvillons Hereford apparaissent encore plus précoces que les génisses Charolais × Salers de cet essai, puisque au même poids, ils ne retiennent que 133 g de protéines par kg de gain, alors qu'ils fixent simultanément 403 g de lipides.

Ces différences dans la composition du croît se traduisent par des variations importantes dans la valeur calorifique du gain. Ainsi, chez des animaux d'un poids

de 400 kg et dont le gain de poids journalier est compris entre 1 000 et 1 200 g, elle varie de 2 400-2 700 kcal/kg chez les taurillons des races à viande à croissance musculaire rapide (résultats de cet essai; GEAY, ROBELIN, JARRIGE, 1974; ROBELIN, GEAY, BONAÏTI, 1977), à 2 900-3 300 kcal/kg chez les taurillons de races laitières (résultats de cet essai; SCHULZ, OSLAGE, DAENICKE, 1974; JENTSCH et SCHIEMAN, 1976), à 3 800 kcal/kg chez des génisses Charolais × Salers, et 4 400 kcal/kg chez des bouvillons Hereford (LOFGREEN et GARRETT, 1968). Ces variations sont d'ailleurs tout à fait comparables aux différences entre types d'animaux dans les quantités d'énergie nette ingérée (GEAY *et al.*, 1978). Ainsi, au poids de 400 kg et pour un gain de poids de 1 kg/j, les taurillons tardifs des races à viande ingèrent 1,7 U.F.V. en sus des besoins d'entretien, alors que les taurillons précoces des races laitières en ingèrent 2,3 et les génisses 2,7.

Variation de la composition du croît en fonction de la vitesse de croissance

Les résultats que nous avons relevés, concordent parfaitement avec le fait maintenant bien établi que, chez les bovins, un accroissement de la vitesse de croissance sous l'effet d'un accroissement des quantités d'énergie ingérée, entraîne à l'abattage, une augmentation de la proportion de dépôt adipeux ou de lipides dans la carcasse, et une diminution de la proportion de muscles et de protéines (GUENTHER *et al.*, 1965; GEAY et BÉRANGER, 1969; BOND *et al.*, 1972; ANDERSEN, 1975; HENRICKSON *et al.*, 1965; GEAY, ROBELIN et BÉRANGER, 1976).

La valeur du coefficient des lipides (1,78) est voisine de celle qu'on peut calculer à partir des résultats de ANDERSEN (1975) sur des taurillons Rouge Danois, ou de ROHR et DAENICKE (1978) sur des taurillons Pie Noirs (1,8 à 2,2).

La valeur du coefficient des protéines pour les taurillons Pie Noirs et les génisses (0,73) est très voisine de celle qu'on peut calculer (0,72) à partir des résultats de HOFFMANN, JENTSCH et SCHIEMAN (1977) sur des taurillons Pie Noirs. On trouve une valeur légèrement plus faible (0,61 à 0,68) à partir des résultats de JESSE *et al.* (1976) ou ceux de GARRETT (1977) sur des bouvillons Hereford.

Enfin le coefficient de l'énergie (1,43) est identique à la valeur calculée à partir des apports d'énergie recommandés par l'A.R.C. de Grande-Bretagne (M.A.F.F. 1976), pour les bouvillons et les génisses.

Cette concordance montre que le mode de calcul qui a été choisi était bien adapté au phénomène analysé et que les coefficients obtenus sont probablement assez peu variables entre types d'animaux. Il reste cependant à préciser : 1^o si les équations peuvent être extrapolées pour un gain de poids très faible (de l'ordre de 0,2 kg/j). 2^o si le coefficient « *b* » varie avec le poids ou l'âge physiologique des animaux. On sait en effet que le coefficient « *a* » dépend du poids tout du moins dans le cas des lipides et de l'énergie dont le coefficient d'allométrie est différent de 1. Ainsi, chez les taurillons Limousins, la teneur en lipides du croît passe de 10,8 à 27,0 p. 100 lorsque le poids des animaux s'accroît de 375 à 595 kg alors que la vitesse de croissance diminue légèrement (ROBELIN, GEAY et BÉRANGER, 1979). En revanche, on ignore si l'accroissement des quantités de lipides fixés, consécutif à l'augmentation de la vitesse de croissance (coefficient « *b* ») dépend du poids vif des animaux, et par conséquent de leur âge physiologique. Il est probable toutefois, que les variations du coefficient « *b* » avec le poids ou le stade physiologique sont faibles, compte tenu des faibles écarts enregistrés entre des animaux de précocité très différente (jeunes taureaux et génisses Charolais × Salers) et de poids voisins.

En conclusion, ces résultats apportent des précisions sur l'évolution de la

composition du croît des bovins selon leur niveau de croissance, en permettant notamment de quantifier cette évolution et ses variations selon le type de bovins. C'est sur la base d'un modèle de calcul issu de ces résultats qu'ont été analysées les variations des quantités d'énergie ingérée en fonction du poids et du croît journalier et qu'ont été déduits les apports d'énergie recommandés pour les bovins en croissance (GEAY *et al.*, 1978). Ces résultats doivent maintenant être affinés par une étude de l'interaction entre la vitesse de croissance et le poids des animaux sur la composition de leur croît.

Accepté pour publication en mars 1979.

Summary

Influence of the growth rate on the composition of the body weight gain in cattle: variations according to sex and breed

Variation in the composition of body weight gain with growth rate was measured by the slaughter technique in Friesian and Charolais × Salers male cattle and Charolais × Salers heifers fattened between 280-300 kg and 480-540 kg body weight (Table 1).

For the same growth rate (1 kg/day), the heifers retained much more lipid and energy and less protein than the Charolais × Salers bulls (310 g vs 160 g, 3 830 vs 2 700 Kcal, and 161 vs 205g, respectively). The Friesian bulls were located between Charolais × Salers bulls and heifers.

When the growth rate increased with increasing energy intake, the weight of lipids and proteins and the energy retained increased with daily gain raised to the power 1.78, 0.73-0.83 and 2.43, respectively (Table 2). Consequently the lipid content (in p. 100) and the calorific value (Kcal/kg) of the gain increased while the protein content decreased (fig. 1). These results are compared to previous data about the effect of the feeding level on the body composition of cattle. The consequences of this variation in the composition of the gain on the requirements of animals for growth are also discussed.

Références bibliographiques

- ALDEN W. G., 1970. The effects of nutritional deprivation on the subsequent productivity of sheep and cattle. *Nut. Abst. Rev.*, **40**, 1167-1184.
- 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.
- BÉRANGER C., ROBÉLIN J., 1977. Influence du mode d'élevage, de la sélection et de l'alimentation sur l'état d'engraissement des bovins. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **17**, 905-922.
- BOND J., HOOVEN N. W., WARICK E. J., HINER R. L., RICHARDSON G. V., 1972. Influence of breed and plane of nutrition on performance of dairy dual purpose and beef steers: II from 180 days of age to slaughter. *J. anim. Sci.*, **34**, 1046-1053.
- GARRETT W. N., 1977. Protein production by growing ruminants as influenced by dietary nitrogen and energy. In « *Protein metabolism and Nutrition* », p. 115-117. Proc. of the 2nd International Symposium on Protein Metabolism and Nutrition. Ed. PUDOC. WAGENINGEN.
- GEAY Y., 1976. Fitting the diet to the potentiel. In « *Improving nutritional efficiency of beef production* », p. 333-348. Proc. Seminar at Clermont-Ferrand, oct. 1975. Commission of the European Communities. EUR. 5448.
- GEAY Y., BÉRANGER C., 1969. Influence de la proportion de céréales dans la ration sur l'état d'engraissement des carcasses de taurillons de 15 mois. *Ann. Zootech.*, **18**, 79-81.
- GEAY Y., ROBÉLIN J., JARRIGE R., 1974. Variations des quantités d'énergie de protéines et de lipides fixées dans la carcasse par les jeunes taureaux à l'engrais. In « *Energy Metabolism of Farm Animals* ». Proc. 6th symposium on Energy Metabolism. E.A.A.P., **14**, 139-142.

- GEAY Y., ROBELIN J., BÉRANGER 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.*, **25**, 287-298.
- GEAY Y., ROBELIN J., 1979. Variation of meat production capacity in cattle due to genotype and level of feeding; genotype — nutrition interaction. *Liv. Prod. Sci.* (in press).
- GEAY Y., ROBELIN J., BÉRANGER C., MICOL D., 1978. Besoins alimentaires des bovins en croissance et à l'engrais. In « *Alimentation des Ruminants* », p. 297-343, éd. I.N.R.A., Publications, Versailles.
- GUENTHER J. J., BUSHAM D. H., POPE L. S., MORRISON R. D., 1965. Growth and development of the major carcass tissues in beef calves from weaning to slaughter weight, with reference to effect of plane of nutrition. *J. anim. Sci.*, **24**, 1184-91.
- HENRICKSON R. L., POPE L. S., HENDRICKSON R. P., 1965. Effect of rate of gain of fattening beef calves on carcass composition. *J. anim. Sci.*, **24**, 507-513.
- HOFFMANN L., JENTSCH W., SCHIEMAN R., 1977. Die Verwertung der Futterenergie durch wachsende Bullen 4. Der Energie und Proteinbedarf wachsenden Bullen. *Arch. Tierernähr.*, **27**, 545-562.
- JARRIGE R., 1972. Influence de l'alimentation sur les caractéristiques et la qualité de la carcasse et de la viande des bovins. *Second Congrès Mondial d'alimentation animale*, Madrid, 855-881.
- 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, éd. I.N.R.A., Publications, Versailles.
- JENTSCH W., SCHIEMAN R., 1976. Die Verwertung der Futterenergie durch wachsende Bullen. 2. Mitteilung. *Arch. Tierernähr.*, **26**, 519-532.
- JESSE G. W., THOMPSON G. B., CLARK J. L., HEDRICK H. B., WEIMER K. S., 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.
- LOFGREEN G. P., GARRETT W. N., 1968. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. *J. anim. Sci.*, **27**, 793-806.
- M.A.F.F., 1976. Energy allowances and feeding systems for ruminants. *Technical Bulletin*, **33**, 79 p., Her. majestic's Stationery office, London.
- 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., 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.
- 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., 1979. Évolution de la composition corporelle des jeunes bovins mâles entiers de race Limousine entre 9 et 19 mois. II. Composition chimique et valeur calorifique. *Ann. Zootech.*, **28**, 191-208.
- ROHR K., DAENICKE R., 1978. Untersuchungen über der Einfluß des Fütterungsniveaus und der Energiekonzentration der Ration auf Pansenfermentation, Gewichtszuwachs und Schlachtkörperzusammensetzung Schwartzbunter Mastbullen. *Züchtungskde*, **50**, 67-77.
- 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, Beheifte*, n. 4, 1-70.
- VERMOREL M., 1978. Énergie. In « *Alimentation des ruminants* », 47-87, éd. I.N.R.A., Publications, Versailles.