

Engraissement des vaches de réforme de race Charolaise

Facteurs de variation des performances zootechniques, de la composition tissulaire des carcasses et de la qualité organoleptique de la viande

Dans certains systèmes de production Charolais, la vente des vaches de réforme grasses contribue pour 20 à 30 % au produit brut de l'élevage. Mieux maîtriser les conditions de finition de ces animaux peut être d'un grand intérêt pour une bonne valorisation bouchère des carcasses et pour l'amélioration des qualités organoleptiques de la viande.

Résumé

Les conditions de finition de la vache de réforme de race Charolaise ont été étudiées au cours de 2 essais portant sur 67 vaches : 11 abattues maigres et 56 engraisées avec un régime à base d'ensilage de maïs. Ils ont permis de mettre en évidence l'influence de la durée d'engraissement (0,70 ou 109 jours), de l'âge moyen (5 ou 11 ans) et d'un implant d'acétate de trenbolone sur la reprise de poids, la capacité d'ingestion, la composition tissulaire des carcasses, la proportion de muscle dans le gain de poids, les caractéristiques physico-chimiques et les qualités organoleptiques de la viande.

Pour l'ensemble des vaches non implantées, le gain de poids vif se situe entre 1100 et 1200 g/j pour une durée d'engraissement d'environ 2 mois et demi. Elles ingèrent en moyenne 13,7 kg de matière sèche par jour, leur efficacité alimentaire est de l'ordre de 90 g de croît par UFL ingérée. A l'abattage, ces animaux fournissent des carcasses dont le poids chaud moyen est de 385 kg, composées de 66 % de muscle, 19 % de tissu adipeux et 15 % d'os. Par rapport aux vaches abattues maigres, le gain de carcasse au cours de l'engraissement est de 63 kg dont 37 % sous forme de muscle.

La prolongation de l'engraissement jusqu'à 110 jours peut permettre d'accroître le poids de carcasse de 20 à 30 kg mais ce surplus de carcasse est essentiellement constitué de tissu adipeux.

Dans les conditions de cette expérimentation, il n'est pas possible de conclure à un effet négatif très net de l'âge des animaux sur les performances d'engraissement bien que le gain de poids vif, l'efficacité alimentaire et le rendement à l'abattage apparaissent plus faibles chez les animaux les plus âgés.

L'implant d'acétate de trenbolone a un effet marqué sur la reprise de poids des vaches : 57 kg supplémentaires de poids vif pour l'ensemble des animaux avec une prolongation de la durée d'engraissement de 27 jours. Il améliore également la proportion de tissu musculaire dans le gain de carcasse (47 % contre 41 % pour le lot témoin chez les vaches âgées).

L'engraissement des carcasses (comparaison entre vache maigre et vache engraisée) avec pour corollaire l'augmentation de la teneur en lipides intramusculaires améliore très nettement la tendreté, la jutosité et la saveur de la viande avec diminution de la force de cisaillement. Les animaux les plus âgés (11 ans), produisent une viande jugée plus dure à la dégustation alors qu'on n'observe pas d'augmentation significative avec l'âge de la force de cisaillement. Enfin cet essai ne met pas en évidence d'effet négatif de l'acétate de trenbolone sur les caractéristiques sensorielles et physico-chimiques du muscle.

En France, au cours des dix dernières années, le nombre total de vaches conduites en système allaitant spécialisé a fortement augmenté (+ 22 %). Actuellement, la race Charolaise est la plus représentée dans ce type d'élevage avec 41 % de l'effectif total de femelles soit 1 430 000 têtes (RGA 1988).

Dans les troupeaux Charolais, la vente de vaches de réforme contribue pour 20 à 30 % au produit brut de l'élevage (Lherm *et al* 1988), mais avec de fortes variations selon le système de production et le « degré » de finition des vaches. Cependant on constate depuis quelques années une diminution de la production d'animaux gras dans ces élevages (CEREOPA 1987 ; ITEB 1989) et la vache de réforme ne semble pas échapper à ce phénomène.

Les pratiques d'engraissement des vaches de réforme sont très diversifiées selon les exploitations. Certains éleveurs essaient d'engraisser leurs animaux à l'herbe, mais cela nécessite de déceler très tôt les vaches vides. Généralement l'engraissement commence après le sevrage des veaux à l'automne et s'effectue à l'étable, sur une courte période, avec des rations ayant une concentration nutritive élevée.

Les principales difficultés rencontrées pour l'engraissement de ces animaux sont liées à leur hétérogénéité qui concerne l'âge, le format, l'état corporel, l'état sanitaire et l'état physiologique. Les effets de tels facteurs ont déjà été décrits en France chez des vaches de races laitières Normande, Française Frisonne et croisées (Béranger et Malterre 1968, Béranger *et al* 1970, Malterre 1972, Chilliard *et al* 1984, Colleau *et al* 1984) ou de races allaitantes Salers et Limousine (Malterre 1986, Malterre *et al* 1989).

et à l'étranger pour des vaches de races Hereford et Angus (Swingle *et al* 1979, Matulis *et al* 1987) ou de race Holstein (Jones 1983). Une synthèse de ces résultats a été publiée par Malterre et Jones (1991).

La race Charolaise, qui se caractérise par un développement assez tardif et une faible adiposité, n'a pas fait l'objet jusqu'à présent de travaux analogues. C'est pour cette raison qu'un programme de recherche de références sur ce sujet a été mis en place à l'INRA.

Les essais ont été réalisés au domaine INRA de Dijon-Epoisses. L'objectif des deux premières études de ce programme (1986-88), présentées dans cet article, a été de décrire avec précision la finition des vaches de réforme avec un régime alimentaire bien connu à base d'ensilage de maïs, en étudiant les effets de la durée d'engraissement, de l'âge et d'une substance anabolisante sur la capacité d'ingestion, la reprise de poids, la composition tissulaire des carcasses, la part respective des tissus adipeux et musculaire dans le gain de poids et enfin les caractéristiques physico-chimiques du muscle et la qualité organoleptique de la viande.

1 / Conditions expérimentales

Les vaches ont été achetées à des domaines expérimentaux (INRA, CEMAGREF, ITEB, EDE), à des établissements d'enseignement agricole et à des groupements de producteurs. A l'achat, elles devaient correspondre aux caractéristiques suivantes : avoir réalisé au moins une lactation (1 à 3 pour les animaux jeunes, 6 à 10 pour les animaux âgés), être vides et tarées après avoir allaité leur veau, être en bon état sanitaire et suffisamment maigres.

1.1 / Schéma expérimental

Deux essais factoriels successifs ont permis de tester les effets de la durée d'engraissement

(essai 1), de l'âge et de l'administration d'un anabolisant (essai 2) sur les performances des animaux, la qualité des carcasses et de la viande. De plus, on a cherché à estimer la reprise de poids de carcasse et sa composition tissulaire. Pour cela, il a été nécessaire, d'une part, d'abattre des animaux avant engraissement et d'autre part, de procéder à des dissections complètes d'une demi-carcasse chez ces animaux maigres et chez leurs homologues une fois engraisés.

Dans l'essai 1, 27 vaches ont été réparties en 3 lots homologues : un lot (M) abattu « maigre » avant engraissement et deux lots (G1 et G2) engraisés respectivement pendant 70 jours (état d'engraissement jugé optimum) et 109 jours.

L'essai 2 a porté sur 40 vaches : 21 jeunes (J) ayant en moyenne 5 ans et 19 âgées (A) ayant en moyenne 11 ans. Chaque catégorie d'âge a été répartie en 3 lots : un lot maigre (JM et AM) abattu avant engraissement, un lot témoin (JT et AT) engraisé pendant 56 jours, et un lot implanté (JI et AI) avec 300 mg d'acétate de trenbolone, engraisé jusqu'à atteindre le même état d'engraissement moyen que le lot témoin, soit 83 jours.

Pour chaque essai, les différents lots ont été constitués avant le début de la période expérimentale et étaient homologues sur la base du poids vif (double pesée), de l'âge, de l'état d'engraissement apprécié par maniements (note de 0 à 5, Agabriel *et al* 1986) et par mesure du diamètre moyen des adipocytes du tissu adipeux sous-cutané caudal (Robelin et Agabriel 1986). De plus, dans chaque lot destiné à être engraisé, on a choisi, à la mise en lot, 3 à 5 animaux représentatifs de leur lot et homologues du lot maigre correspondant (tableau 1). Ces animaux après engraissement (à l'exception de ceux provenant du lot G1) et ceux abattus maigres ont fait l'objet d'une dissection complète de la demi-carcasse droite.

Tableau 1. Caractéristiques des animaux à la mise en lot.

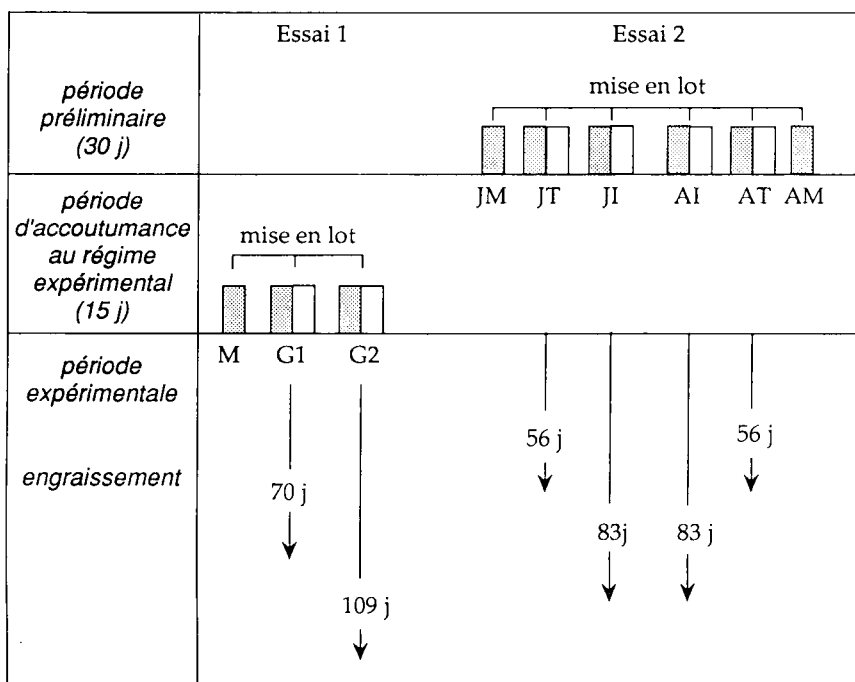
Facteur de variation étudié	Essai 1			Essai 2					
	Durée d'engraissement			Age × Implant d'acétate de trenbolone					
Nombre d'animaux	27			40					
Lot	M	G1	G2	JM	JT	JI	AM	AT	AI
Durée d'engraissement (j)	0	70	109	0	56	83	0	56	83
Effectif / lot	4	13	10	3	9	9	4	6	9
Poids vif (kg)	607	596	583	611	593	603	626	652	658
Age (années)	8,5	8,8	8,7	5,3	5,1	5,4	11,5	11,5	11,3
Note d'état (sur 5)	1,5	1,6	1,7	1,5	1,5	1,6	1,1	1,3	1,7
Diamètre des adipocytes (μ)	23	34	34	43	48	60	44	43	52
Nombre d'animaux disséqués /lot	4	0	5	3	4	4	4	4	4

1.2 / Déroulement des essais

Les animaux sont arrivés en novembre. Une période préliminaire a permis d'effectuer les traitements sanitaires et d'homogénéiser les états d'engraissement, en limitant l'ingestion d'une ration foin-paille chez les animaux les plus gras (figure 1). Elle a été suivie d'une phase d'accoutumance au régime expérimental; toutes les vaches ont alors reçu le même régime (6 kg de matière sèche d'ensilage de maïs, 0,2 kg de tourteau de soja, 40 g d'urée et 150 g de complément minéral vitaminisé). La constitution des lots a eu lieu à la fin de la période préliminaire dans l'essai 2 et à la fin de la période d'accoutumance dans l'essai 1. Les animaux maigres ont été abattus au début de l'engraissement pour l'essai 1 et au début de la période d'accoutumance pour l'essai 2. Dans ce dernier cas, nous avons fait l'hypothèse que pendant la phase d'accoutumance, il y avait seulement une diminution du contenu digestif sans modification du poids vif vide ou du poids de carcasse.

L'engraissement a été réalisé en stabulation libre par case de 10 avec un régime à base d'ensilage de maïs distribué à volonté (tableau 2), en deux repas par jour, le concentré (tourteau de soja et pulpes de betteraves) étant distribué avant chaque repas. Au cours de la période expérimentale, les quantités ingérées d'ensilage de maïs ont été contrôlées par lot 5 jours par semaine. La valeur nutritive des aliments (tableau 2) a été estimée à partir des résultats de l'analyse chimique d'échantillons représentatifs des aliments distribués, complétés, pour l'ensilage de maïs de l'essai 2, par des mesures sur moutons de digestibilité de la matière organique. En outre, les vaches ont été pesées une fois par semaine; une double pesée a eu lieu au début et à la fin de chaque période. Le gain de poids moyen a été estimé individuellement par régression linéaire simple ou quadratique.

Figure 1. Schéma expérimental et déroulement des essais.



■ Lots homologues dont la demi-carcasse a été disséquée (sauf pour G1)

1.3 / Mesures à l'abattage

Toutes les vaches ont été abattues à l'abattoir expérimental de l'INRA de Theix. Les carcasses et les principaux éléments du 5^e quartier ont été pesés séparément (dépôts adipeux notamment). La conformation des carcasses a été appréciée par mensurations selon Frebling *et al* (1967). Pour 32 animaux, la composition tissulaire de la carcasse a été déterminée par dissection en séparant au couteau les différents tissus (mus-

Tableau 2. Régimes alimentaires et valeur nutritive des ensilages de maïs.

	Essai 1	Essai 2
Régimes distribués (par jour)		
- Ensilage de maïs	A volonté	A volonté
- Tourteau de soja (kg)	0,6	0,8
- Pulpes de betteraves déshydratées (kg)	1,5	1,3
- Urée (kg)	0,1	0,1
- CMV (kg)	0,15	0,15
Composition chimique des ensilages de maïs		
- MS (g/kg)	303	328
- MO (g/kg MS)	953	952
- MAT (g/kg MS)	77	79
- CB (g/kg MS)	196	184
Digestibilité mesurée sur moutons (%)		
- CUD MS	-	69,7
- CUD MO	-	71,5
Valeur nutritive du maïs (/kg MS)		
- UFL	0,85	0,92
- PDIN (g)	47	49
- PDIE (g)	65	68

cles, os, dépôts adipeux) de la demi-carrosse droite. Le poids des différentes régions musculaires et des différents tissus adipeux (sous-cutané, intermusculaire, interne, omental, mésentérique et péirénal) ont également été mesurés. L'ensemble des tissus a été broyé séparément et a fait l'objet d'une analyse chimique (teneur en eau, lipides, protéines, minéraux et valeur calorifique) afin de déterminer la composition chimique du corps entier. Les résultats détaillés de ces mesures ont fait l'objet d'une publication spécifique (Robelin *et al* 1990).

Pour tous les animaux, la composition de la carcasse a également été estimée à partir des résultats de dissection de la 6^e côte, du poids des dépôts adipeux du 5^e quartier et des quatre os canons (Robelin, non publié).

1.4 / Analyses physico-chimiques et sensorielles de la viande

Tous les muscles étudiés ont été prélevés sur les carcasses 24 heures environ *post mortem*. Pour le ressuage, les carcasses ont été laissées



Cliché INRA / M. Roux

3 heures à 12°C environ puis refroidies en salle de réfrigération rapide (+ 2°C avec ventilation forcée) pendant 24 heures.

Des analyses sensorielles ont été effectuées pour tous les animaux ayant fait l'objet de dissection complète de la demi-carrosse. Ces analyses ont porté sur les muscles long dorsal (faux filet) et gros anconé (macreuse à bifteck) prélevés puis emballés sous vide et conservés 14 jours à 0°C afin d'obtenir une maturation complète. A ce stade, les muscles ont été coupés en tranches de 2 cm d'épaisseur, emballés sous vide puis congelés rapidement à -20°C et conservés à cette température jusqu'au jour de l'analyse. Les steaks ont été décongelés pendant la nuit précédant la séance d'analyse sensorielle puis cuits sur un gril double face pendant 3 minutes environ afin d'atteindre une température à coeur de 55-60°C. Les séances de

dégustation ont eu lieu le matin entre 11 h et 12 h avec la participation à chaque séance de 10 personnes ayant suivi au préalable 10 séances d'entraînement. Elles ne connaissaient ni la provenance des échantillons, ni le protocole suivi. Pendant une séance d'une heure, quatre comparaisons ont été effectuées. Les échantillons à comparer (maigre - gras, jeune - âgé, avec ou sans anabolisant) étaient présentés simultanément deux à deux. Les dégustateurs disposaient de pain et d'eau pendant le test et notaient sur une échelle à 10 points :

- la tendreté de 0 (très dur) à 10 (très tendre)
- la jutosité de 0 (très sec) à 10 (très juteux)
- l'intensité de la saveur de 0 (très faible) à 10 (très intense)

Des mesures physico-chimiques ont été faites pour tous les animaux de l'essai 2 (40 au total) sur les muscles long dorsal et rhomboïde thoracique prélevés au niveau des 5^e et 6^e côtes d'une même demi-carrosse. Les mesures suivantes ont été faites sur viande fraîche ayant subi une maturation de 5 jours à + 4°C enveloppée dans une feuille d'aluminium :

- La force de cisaillement avec l'appareil à cisailier INRA (Salé 1971)
- Pour chaque muscle, 20 à 25 mesures ont été réalisées pour des épaisseurs variables de l'éprouvette de viande comprises entre 0,4 et 1,3 cm. La force (F) et le travail (W) de cisaillement ont été calculés par régression linéaire pour une épaisseur d'échantillon standard de 1 cm. Ces mesures ont été faites sur viande crue et sur viande cuite. Pour la cuisson, des morceaux pesant 50 g environ ont été chauffés à l'étuve jusqu'à une température à coeur de 55-56°C.
- le pH sur viande broyée
- la teneur en matière sèche par dessiccation à l'étuve (103°C pendant 48 heures) de 2 prises d'essai d'environ 10 g de muscle broyé au robot-coupe
- le pouvoir de rétention d'eau par mesure de la perte d'eau sous l'effet d'une pression selon la méthode de Goutefongea (1963)
- les pertes de poids à la cuisson mesurées au moment de la cuisson mentionnée ci-dessus
- la teneur en fer héminique selon la méthode de Hornsey (1956)
- la réflectance au moyen d'un réflectomètre Manuflex II.

Certaines analyses chimiques ont été effectuées sur viande congelée afin de connaître la teneur en collagène total (hydroxyproline x 7,5) selon une méthode adaptée de Bonnet et Kopp (1984), et la teneur en lipides totaux par extraction à froid avec un mélange chloroforme-méthanol (rapport 2/1 en volume) selon une méthode adaptée de Folch *et al* (1957).

1.5 / Interprétation statistique des résultats

Les résultats ont été interprétés par analyse de variance d'un dispositif factoriel non orthogonal, non équilibré, avec interaction dans lequel les facteurs suivants ont été pris en compte :

La reprise de poids est rapide en début d'engraissement, environ 1,3 kg/j, puis diminue au-delà de 50 jours.

- âge et anabolisant pour les performances d'engraissement de l'essai 2,
 - état d'engraissement, âge et anabolisant pour les caractéristiques physico-chimiques musculaires de l'essai 2.

Les résultats des analyses sensorielles ont été analysés par le calcul des moyennes et l'analyse de variance, en tenant compte des effets muscle, facteur étudié et animal (logiciel SAS).

2 / Résultats

2.1 / Performances d'engraissement des vaches

a / Poids, gain de poids et efficacité alimentaire

Les reprises de poids à état d'engraissement optimum sont en moyenne très voisines dans les deux essais ; le gain de poids vif se situe entre 1150 g/j au cours des 70 premiers jours d'engraissement pour l'ensemble des animaux de l'essai 1 et 1130 g/j sur 56 jours pour les animaux non implantés de l'essai 2. La reprise de poids est cependant très variable d'un animal à l'autre, de 220 à 2130 g/j pour les valeurs les plus extrêmes (coefficient de variation de 30 à 40 % selon les lots).

Pour réaliser ces gains de poids, les vaches ont consommé en moyenne 13,7 kg de matière sèche par jour (tableau 3). Comparé au niveau de consommation de vaches Limousines engraisées dans les mêmes conditions et ayant des reprises de poids voisines (Malterre *et al* 1989), les vaches Charolaises ont ingéré environ 15 % de plus, à même poids moyen et à même durée d'engraissement.

- Effet de la durée d'engraissement (essai 1)

La reprise de poids est très rapide au début de la période d'engraissement (1330 g/j en moyenne sur 6 semaines) puis diminue au delà du 50^e jour (figure 2). De 70 à 109 jours elle n'est plus que de 650 g/j environ. Ce ralentissement est semblable à celui observé chez des vaches laitières de race Normande en finition (Béranger *et al* 1970) ou chez des vaches allaitantes Hereford et Angus (Matulis *et al* 1987). Les quantités ingérées évoluent de façon similaire (figure 2). La consommation totale augmente rapidement de 12,5 à 14,5 kg de matière sèche par jour au cours des 35 premiers jours d'engraissement puis diminue légèrement jusqu'à 13 kg à partir de 70 jours.

L'indice de consommation cumulé augmente au cours de l'engraissement de 7,8 kg de matière sèche par kg de gain au début à 12,7 kg en fin d'engraissement (figure 3). Globalement l'efficacité alimentaire est peu modifiée par l'allongement de la durée d'engraissement jusqu'à 98 jours, environ 90 g de croît par UFL ingérée (tableau 3).

L'état d'engraissement estimé *in vivo* par maniements et par mesure du diamètre des adipocytes augmente au cours des 65 premiers jours d'engraissement et se poursuit au delà, jusqu'à 109 jours (tableau 3).

Figure 2. Evolution du poids vif des vaches et des quantités ingérées au cours de la période d'engraissement (essai 1).

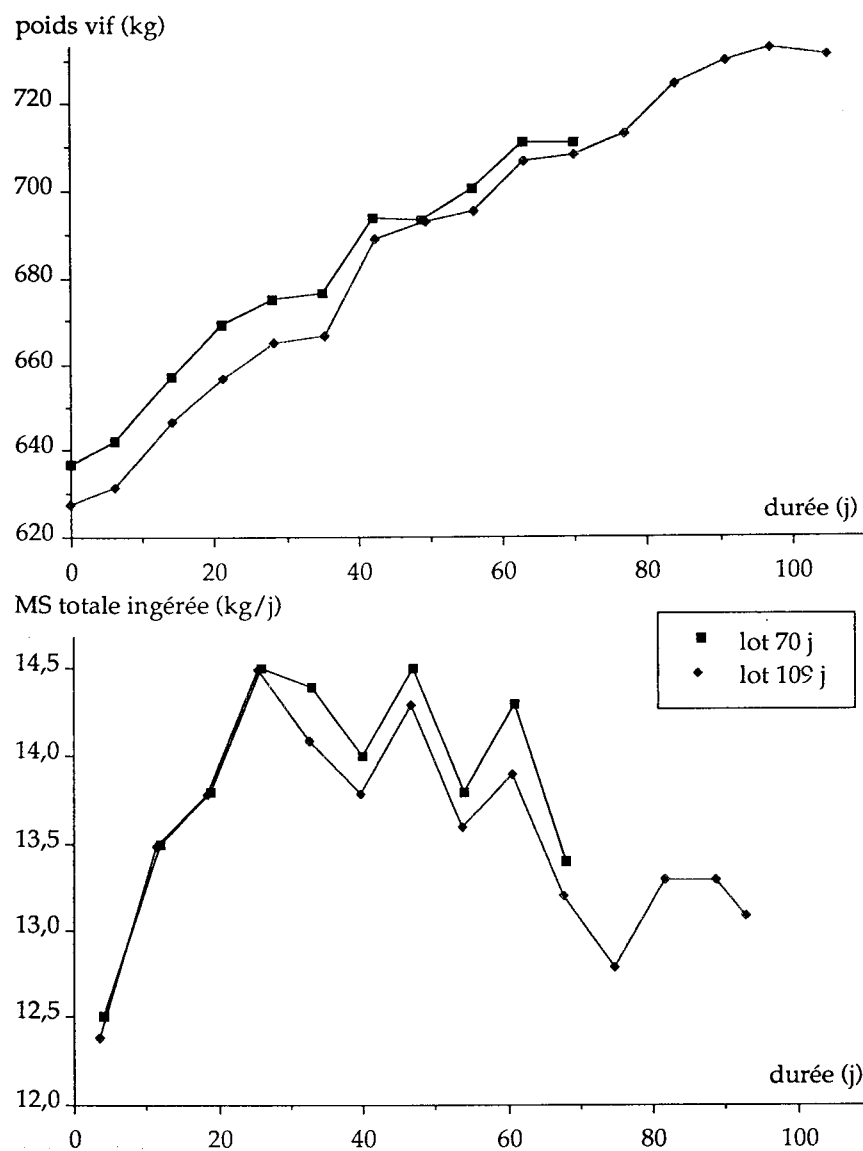


Figure 3. Evolution de l'indice de consommation cumulé (kg MS ingérée/kg gain de poids vif) au cours de la période d'engraissement (essai 1).

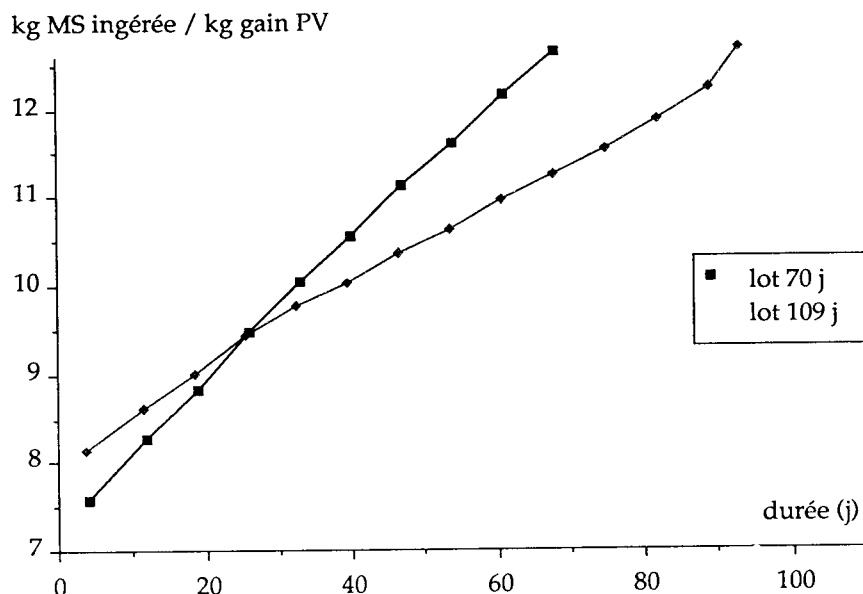


Tableau 3. Performances d'engraissement des vaches.

Lot	Essai 1		Essai 2				source de variation	
	G1	G2	JT	AT	JI	AI	âge	implant
Nombre d'animaux	13	10	9	6	9	9		
Durée d'engraissement (j)	70	109	56	56	83	83	-	-
Poids vif initial (kg)	635	626	600	665	619	672	*	<i>ns</i>
(et)	(64)	(59)	(70)	(71)	(42)	(79)		
Poids vif final (kg)	712	737	673	715	745	783	<i>ns</i> ⁽¹⁾	** ⁽¹⁾
(et)	(78)	(60)	(77)	(63)	(60)	(103)		
Gain de poids vif (g/j)	1100	1010	1300	890	1520	1340	<i>ns</i>	*
(et)	(380)	(240)	(480)	(390)	(450)	(460)		
Etat d'engraissement final								
Note d'état (/5)	2,7	3,7	2,8	2,7	3,8	3,6	<i>ns</i>	**
Diamètre des adipocytes (μ)	66	97						
Quantités ingérées								
kg MSI/j	13,9	13,6 ⁽²⁾	13,3	13,9	13,6	14,1	-	-
kg MS/100 kg PV/j ⁽³⁾	2,19	2,17	2,22	2,10	2,19	2,10	-	-
Apports énergétiques								
UFL/jour	12,1	11,8	12,4	13,0	12,6	13,2	-	-
UFL/kg de gain	11,0	11,7	9,5	14,5	8,3	9,9	-	-
Efficacité alimentaire								
kg MS/kg de gain	12,6	12,7	10,3	15,6	8,9	10,6	-	-
g de croît/UFL	91	90	105	69	120	101	-	-

⁽¹⁾ avec introduction de la covariable « poids vif initial ».

⁽²⁾ Les mesures des quantités ingérées et d'efficacité alimentaire ont été faites sur 98 jours d'engraissement seulement.

⁽³⁾ Poids vif début expérience.

(et) Ecart type

* significatif au seuil de 5 %, ** significatif au seuil de 1 %, *ns* non significatif.

- Effet de l'âge (essai 2)

Sur l'ensemble de la population (témoins et implantés confondus), les animaux jeunes ont un gain de poids vif supérieur de 250 g par jour à celui des animaux âgés (tableau 3). Cet écart n'est pas significatif mais il faut noter qu'il est beaucoup plus accentué entre les lots témoins (410 g) qu'entre les lots implantés (180 g). L'effet du lot âgé témoin ($n = 6$) est trop faible pour conclure à un effet net de l'âge sur la reprise de poids vif dans le cadre de cet essai, d'autant plus que les évolutions du poids du contenu digestif diffèrent entre les lots jeunes et âgés au cours de l'engraissement. Ainsi chez les animaux témoins disséqués, l'écart de 26 kg de contenu digestif observé entre âgés et jeunes chez les animaux maigres abattus en début d'engraissement ne se retrouve pas après un engraissement de 56 jours (tableau 6).

Pour l'ensemble des animaux, les quantités ingérées sont élevées dès le début de l'engraissement (en moyenne 13,8 kg de matière sèche par jour) et atteignent 14,8 kg de matière sèche vers le 45^e jour (figure 4).

Pesant 65 kg de moins au début de l'essai, les jeunes vaches du lot témoin (JT) ingèrent aussi 0,6 kg de matière sèche de moins par jour. Ainsi leur indice de consommation global est inférieur de 5,3 points à celui de leurs homologues âgées (tableau 3). Ces résultats confirment les observations de Malterre *et al* (1989) sur des vaches Limousines : au-delà de 11 ans, le niveau d'ingestion diminue, mais proportionnellement toujours moins que les performances

de croissance. Ainsi l'efficacité alimentaire diminue toujours avec l'âge. Cependant cette diminution des performances liée à l'âge s'observe surtout chez des animaux très âgés ; Jones et Macleod (1981) comparant des vaches Holstein jeunes à des adultes pas très âgées ne trouvent aucune différence significative de reprise de poids vif et d'indice de consommation au bout de 68 jours d'engraissement.

A l'issue d'une durée d'engraissement de 56 jours, et malgré une vitesse de reprise de poids beaucoup plus rapide chez les jeunes vaches, l'état d'engraissement estimé *in vivo* est pratiquement identique pour les animaux témoins (lots JT et AT, tableau 3).

- Effet d'un anabolisant (essai 2)

Les vaches ayant reçu un implant d'acétate de trenbolone, quel que soit leur âge, reprennent en moyenne 22 kg de poids vif de plus que les témoins (1 530 g/j contre 1 135 g/j, $P < 0,05$) au cours des 56 premiers jours d'engraissement. La poursuite de l'engraissement jusqu'au 83^e jour n'entraîne pratiquement pas de ralentissement de la vitesse de croissance (figure 4).

Ainsi chez les animaux implantés, le gain de poids journalier calculé sur toute la période d'engraissement (83 jours) reste supérieur ($P < 0,05$) à celui des animaux témoins réalisé en 56 jours (tableau 3). L'effet positif de l'anabolisant sur le gain de poids paraît donc bien se prolonger et se conserver au delà du délai préconisé de 60 jours après administration.

L'efficacité alimentaire est plus faible chez les vaches âgées : l'ingestion diminue avec l'âge, mais moins que la reprise de poids.

L'implantation n'a pas d'effet marqué sur le niveau d'ingestion des vaches (tableau 3) si bien que l'indice de consommation moyen des lots traités est amélioré de 22 % par rapport à celui des témoins (9,7 kg matière sèche par kg de gain contre 12,4). Cette amélioration de l'efficacité alimentaire est du même ordre que celle citée par Geay (1986) : + 15 % en moyenne chez les femelles.

b / Résultats d'abattage

- Poids de carcasse et rendement à l'abattage

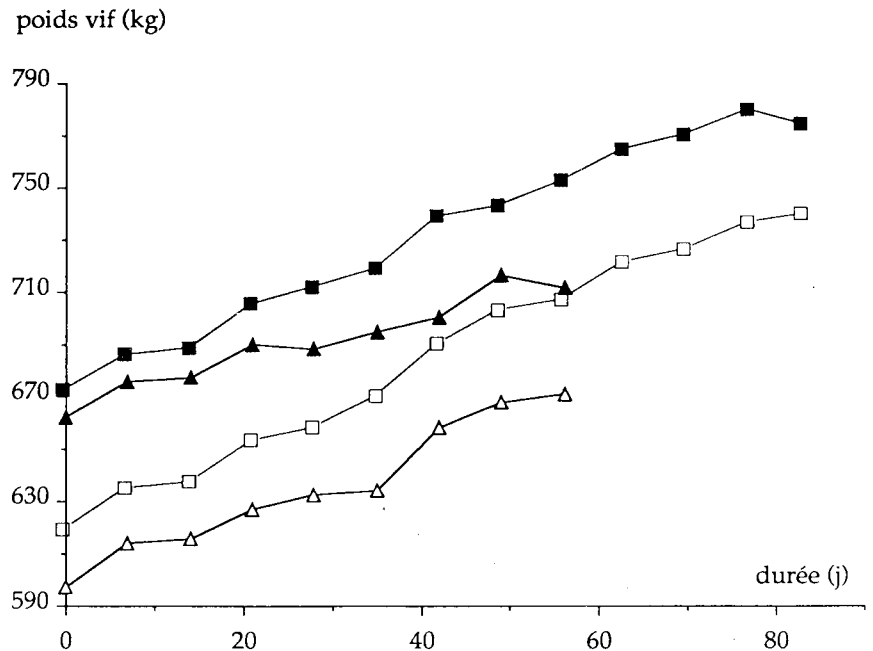
Sans anabolisant, le poids moyen des carcasses chaudes se situe entre 380 et 400 kg (tableau 4). Après 70 jours d'engraissement l'état des carcasses est satisfaisant pour la plupart des marchés français : les dépôts adipeux de la carcasse se situent aux alentours de 18 % du poids de la carcasse chaude (essai 1). Le rendement commercial (poids de carcasse froide/poids vif à l'abattage) est compris entre 53 et 55 %, inférieur de 3 points en moyenne à celui obtenu sur vaches Limousines (Malterre *et al* 1989). Cette différence s'explique en partie par un poids de contenu digestif plus élevé pour les Charolaises (15 % du poids vif contre 12 % pour les Limousines). En terme de rendement vrai (poids de carcasse chaude/poids vif vide), l'écart est moins élevé (1,7 point).

L'allongement de la durée d'engraissement de 39 jours dans l'essai 1 se traduit par une augmentation du poids vif vide de 25 kg qui se répartissent en 19 kg de carcasse et 6 kg de 5^e quartier. Cette augmentation correspond essentiellement à des dépôts adipeux (tableau 4).

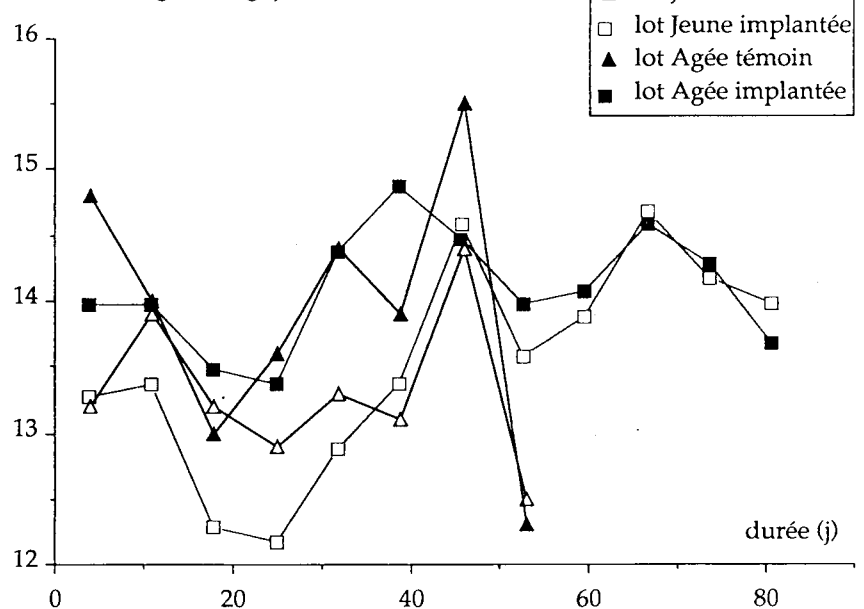
Entre les vaches jeunes (JT) et âgées (AT) l'écart de poids de carcasse chaude n'est que de 14 kg pour un écart de poids vif initial de 65 kg : les jeunes témoins compensent donc leur poids plus réduit par une meilleure croissance et par un rendement à l'abattage légèrement plus élevé (+ 1,4 point). Cette différence peut être reliée au poids plus élevé ($P < 0,05$) du tube digestif vide et plus particulièrement de la caillette et des intestins pour les animaux âgés (tableau 4). Cette augmentation du poids du tractus digestif avec l'âge a déjà été observée chez des vaches Holstein (Smith et Baldwin 1974 ; Jones 1981). Il est cependant difficile d'expliquer l'augmentation du poids de la caillette avec l'âge. Jones (1981) a constaté un développement de cet organe chez des vaches engraisées avec de l'ensilage de maïs, par rapport à des vaches maigres, mais n'a pas observé de variation liée à l'âge des animaux.

Le facteur de croissance permet d'obtenir des poids de carcasse chaude plus élevés (421 kg contre 385 kg chez les témoins, $P < 0,05$). Les poids du contenu digestif et de l'ensemble du tractus digestif sont plus élevés chez les vaches implantées (respectivement $P < 0,05$ et $P < 0,01$) sans incidence significative sur les rendements à l'abattage (tableau 4). Ces augmentations peuvent s'expliquer en partie par un niveau de consommation élevé jusqu'à 83 jours d'engraissement (figure 4). Une augmentation du poids total du tube digestif a déjà été constatée par Doreau *et al* (1985) sur des vaches laitières taries engraisées, mais ces auteurs constataient également que cette différence significative par rapport à des vaches maigres disparaît lorsqu'on compare les poids du tube

Figure 4. Evolution du poids vif des vaches et des quantités ingérées au cours de la période d'engraissement (essai 2).



MS totale ingérée (kg/j)



digestif délipidé. Or, il est clair que les animaux anabolisés sont plus gras à l'abattage, comme l'indique le développement important des dépôts adipeux du 5^e quartier (+ 40 % par rapport aux témoins, $P < 0,01$) (tableau 4).

- Composition tissulaire des carcasses

L'allongement de 39 jours de la durée d'engraissement se traduit par une plus forte proportion de dépôts adipeux dans la carcasse (+ 4 points). Le poids moyen de muscle de la carcasse est sensiblement le même pour les deux durées d'engraissement (70 et 109 jours) ; la différence de poids de carcasse chaude correspond essentiellement à l'écart de poids des dépôts adipeux (tableau 4 et figure 5).

Tableau 4. Résultats d'abattage et estimation de la composition de la carcasse (dissection 6^e côte).

Lot	Essai 1		Essai 2				source de variation ⁽²⁾		
	G1	G2	JT	AT	Jl	AI	âge	implant	
Effectif	13	10	9	6	9	9			
Poids vif final (kg) (et)	712 (78)	737 (60)	673 (77)	715 (63)	745 (60)	783 (103)	<i>ns</i> ⁽¹⁾	** ⁽¹⁾	
Poids vif vide (kg)	602	627	581	615	632	661	<i>ns</i>	*	
Poids de carcasse chaude (kg) (et)	388 (46)	407 (35)	379 (45)	393 (43)	411 (25)	431 (54)	<i>ns</i>	*	
Poids de carcasse froide (kg)	380	398	372	385	404	424	<i>ns</i>	*	
Rendement commercial (%)	53,4	54,0	55,3	53,9	54,3	54,2	<i>ns</i>	<i>ns</i>	
Rendement vrai (%)	64,3	64,8	65,3	63,9	65,0	65,2	<i>ns</i>	<i>ns</i>	
Composition de la carcasse chaude :									
Dépôts adipeux :	kg %	70 18,1	90 22,1	65 17,2	81 20,9	91 22,1	92 21,5	<i>ns</i> <i>ns</i>	** *
Muscles :	kg %	257 66,1	256 62,8	254 66,8	251 63,6	260 63,3	275 63,6	<i>ns</i> <i>ns</i>	<i>ns</i> <i>ns</i>
Squelette :	kg %	61 15,8	61 15,1	60 15,9	61 15,5	60 14,6	64 14,9	<i>ns</i> <i>ns</i>	<i>ns</i> **
Poids du 5 ^e quartier (kg) (et)	214 (17)	220 (21)	202 (23)	222 (17)	221 (19)	230 (25)	<i>ns</i>	<i>ns</i>	
Poids du contenu digestif (kg) (et)	110 (22)	110 (28)	92 (17)	100 (20)	113 (22)	122 (29)	<i>ns</i>	**	
Poids du tube digestif (kg)	40,5	41,0	36,6	42,0	41,7	45,4	**	**	
Panse	14,8	14,5	13,2	14,8	15,1	16,2	<i>ns</i>	<i>ns</i>	
Feuillet	5,9	5,2	4,3	5,0	5,3	5,4	<i>ns</i>	<i>ns</i>	
Caillette	3,6	3,6	3,4	4,4	3,7	4,2	**	<i>ns</i>	
Intestins	16,2	17,7	15,6	17,6	17,9	19,6	*	*	
Dépôts adipeux du 5 ^e quartier (kg)	21,8	29,2	17,9	22,6	27,5	28,4	<i>ns</i>	**	

⁽¹⁾ avec correction pour les variations de poids initial introduit comme covariable dans l'analyse de variance.

⁽²⁾ * significatif au seuil de 5 %, ** significatif au seuil de 1 %, *ns* non significatif.

(et) Ecart type.

Tableau 5. Mensurations des carcasses de l'essai 2.

	JT	AT	Jl	AI	Source de variation	
					âge	implant
Poids de carcasse chaude (PCC) (kg)	379	393	411	431	<i>ns</i>	*
Longueur (cm)						
Carcasse (LT)	143,2	148,7	145,3	149,4	*	<i>ns</i>
Jarret-symphyse (JS)	82,8	82,8	84,0	82,9	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Epaisseur (cm)						
Faux filet	9,4	9,3	10,0	9,8	<i>ns</i>	*
Cuisse (Ep. Cu)	31,0	31,1	31,8	31,7	<i>ns</i>	<i>ns</i>
PCC/LT	2,64	2,64	2,83	2,88	<i>ns</i>	*
Ep Cu/JS	0,37	0,38	0,38	0,38	<i>ns</i>	<i>ns</i>

* significatif au seuil de 5 %, ** significatif au seuil de 1 %, *ns* non significatif.

Pour l'ensemble des animaux de l'essai 2 (témoins et implantés), l'âge n'a pas d'effet significatif sur la composition tissulaire des carcasses (tableau 4). Chez les animaux témoins (n = 15), les carcasses sont en moyenne constituées de 18,7 % de tissu adipeux, 65,5 % de tissu musculaire et 15,7 % de squelette : valeurs très proches de celles obtenues dans l'essai 1 pour le lot engraisé 70 jours (G1).

nues dans l'essai 1 pour le lot engraisé 70 jours (G1).

Du fait de l'allongement excessif de la durée d'engraisement, l'état d'adiposité final des carcasses est supérieur dans les lots implantés contrairement à l'objectif visé : les dépôts adipeux rapportés au poids de carcasse chaude

Pour une durée d'engraisement de 70 jours, la reprise musculaire est satisfaisante puisqu'elle représente 37 % du gain de carcasse.

sont respectivement de 21,8 % et de 18,7 % pour les lots implantés et témoins ($P < 0,05$) (tableau 4). Cet écart est surtout marqué chez les vaches jeunes.

- Conformation des carcasses

L'utilisation d'un anabolisant permet d'améliorer la conformation des carcasses appréciée par mensurations (tableau 5), notamment l'épaisseur de faux filet et la compacité (poids de carcasse chaude/longueur totale).

c / Composition du gain de carcasse et bilan énergétique

- Composition du gain de carcasse

Le gain de carcasse et sa composition ont été déterminés en comparant les résultats de dissection d'animaux maigres en début d'expérience et d'animaux engraisés (tableau 6). Ainsi pour une durée d'engraissement de 109 jours, la reprise de poids vif vide est de 131 kg pour les lots d'animaux homologues disséqués, soit un gain de poids de carcasse de 92 kg qui se décompose en 26 kg de muscle et 66 kg de tissu adipeux, respectivement 29 % et 71 % du gain de carcasse (figure 5). Ce résultat est comparable à la composition du gain de carcasse observé sur des vaches Limousines engraisées 123 jours (Malterre *et al* 1989) et dans d'autres conditions sur des vaches Hereford (Wooten *et al* 1979). Il souligne la capacité de reprise musculaire des vaches de réforme de race à viande par rapport aux races laitières (Chilliard *et al* 1984). Toutefois, ce gain de muscle ne correspond pas à un accroissement préférentiel de muscles à valeur bouchère élevée (Robelin *et al* 1990) ; ces résultats confirment donc dans leur ensemble les observations de Malterre *et al* (1989) sur vaches Limousines.

La reprise de poids musculaire se fait essentiellement en début d'engraissement. Les estimations de la composition des carcasses (dissection de la 6^e côte) des animaux engraisés durant 70 jours indiquent que la reprise de poids de carcasse de 64 kg comprend environ 23 kg de muscle ce qui correspond à la quasi-totalité de la reprise musculaire en 109 jours d'engraissement. Ainsi, l'accroissement du poids de carcasse au-delà de 70 jours correspond essentiellement à des dépôts adipeux. Ces résultats sont en accord avec les estimations réalisées sur l'ensemble de la population (tableau 4) qui mettent en évidence que les animaux produisent approximativement le même poids de muscle (256 kg) en 70 ou 109 jours d'engraissement. D'après nos estimations, le gain de carcasse obtenu au cours d'un engraissement d'une durée de 70 jours est composé approximativement de 37 % de tissu musculaire et de 63 % de tissu adipeux (figure 5).

Dans l'essai 2, le gain de tissu musculaire au cours de l'engraissement, estimé à partir des dissections, est important : de 37 à 38 kg soit environ 40 % du gain de carcasse. Cette valeur, plus élevée que celle obtenue dans l'essai 1, est vraisemblablement très dépendante du choix de la date d'abattage des vaches maigres ; or il existait des différences sur ce point entre les 2 essais (figure 1). Cette reprise musculaire est indépendante de l'âge des animaux. Ce résultat pouvait être attendu puisque les carcasses des 2

Figure 5. Composition des carcasses et du gain de carcasse des lots homologues disséqués.

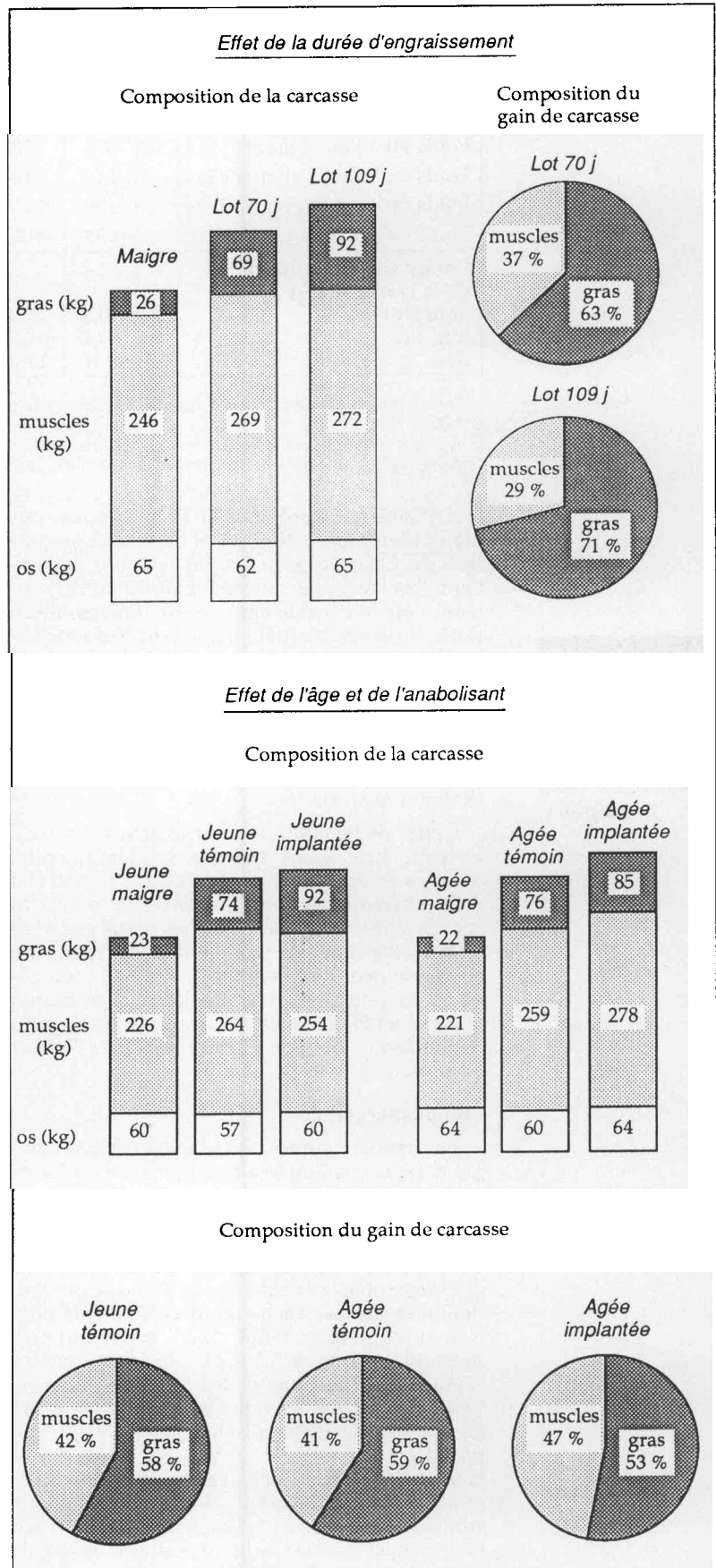


Tableau 6. Résultats d'abattage et composition de la carcasse des vaches des lots homologues disséqués.

Lot	Essai 1			Essai 2					
	M	G1 ⁽¹⁾	G2	JM ⁽²⁾	JT	Jl	AM	AT	AI
Nombre d'animaux	4	5	5	3	4	4	4	4	4
Poids vif sur régime foin (début transition) kg	-	-	-	598	596	601	637	637	637
Poids vif à l'abattage (kg)	621	738	773	598	686	746	637	704	780
Poids vif vide à l'abattage (kg)	512	616	643	466	596	623	479	614	651
Poids du contenu digestif (kg)	109	122	130	132	90	123	158	90	129
Poids de carcasse chaude (kg)	337	400	429	309	395	406	307	395	427
Composition tissulaire de la carcasse (%) ⁽³⁾									
Squelette	19,2	15,5	15,2	19,3	14,5	14,9	20,9	15,3	15,0
Muscles	73,0	67,2	63,4	73,4	66,7	62,5	72,0	65,6	65,2
Gras	7,8	17,2	21,4	7,3	18,8	22,6	7,1	19,1	19,8

⁽¹⁾ Les animaux du lot G1 n'ont pas été disséqués ; la composition de la carcasse est estimée par dissection de la 6^e côte.

⁽²⁾ Après correction pour tenir compte des écarts de poids vif entre les lots à la mise en lot.

⁽³⁾ Après élimination de la proportion de déchets, comprise entre 0,8 et 0,4 % du poids de carcasse.

lots d'animaux disséqués (JT et AT) avaient des poids identiques (395 kg) et la même proportion de tissu adipeux (19 %), et que, par ailleurs, les carcasses des lots maigres correspondants étaient également assez comparables. Dans la musculature totale, la part des muscles à valeur bouchère élevée (muscles du dos et de la cuisse) est légèrement plus élevée chez les vaches jeunes (51,2 %) que chez les vaches âgées (50,2 %). Cette proportion se conserve après engraissement chez les jeunes (51,0 %), mais tendrait à diminuer chez les âgées (48,4 %) (Robelin *et al* 1990).

L'effet de l'anabolisant sur le gain de muscle ne peut être évalué que lorsque les animaux témoins et implantés sont abattus à même état d'engraissement donc uniquement pour les vaches âgées (tableau 6). Ainsi pour ces dernières, l'acétate de trenbolone entraîne un accroissement de la reprise de poids de muscle de 19 kg pour les lots disséqués qui se traduit par une amélioration de la composition du gain de carcasse : 48 % de muscle contre 41 % pour les témoins (figure 5).

- Bilan énergétique

En première approximation, le besoin d'énergie nette nécessaire à la constitution d'un kg de masse corporelle peut être calculé à partir des apports énergétiques totaux diminués des besoins d'entretien. En prenant comme base de calcul des dépenses d'entretien de 105 kcal d'énergie métabolisable par kg P^{0,75} (recommandations pour une vache nourrice à activité physiologique réduite, INRA, 1988) cet apport correspond environ à 5,2 UFL ; mais en partant d'une hypothèse haute des dépenses d'entretien pour des vaches qui s'engraissent, soit 140 kcal d'énergie métabolisable par kg P^{0,75}, l'apport n'est plus que de 3,8 UFL par kg de masse corporelle reconstituée, valeur correspondant mieux à la composition observée du gain de carcasse. Calculé sur les mêmes bases, le coût énergétique nécessaire pour réaliser un kg de gain augmente fortement avec l'âge : il est

supérieur de 50 % environ chez les vaches âgées par rapport aux jeunes qui se situent entre 2,5 et 3,0 UFL dans cette expérience. Cependant la composition du gain de poids ne peut pas expliquer cet important écart qui doit provenir de la diminution globale des rendements d'utilisation de l'énergie métabolisable avec l'âge.

2.2 / Caractéristiques organoleptiques et physico-chimiques des viandes

a / Caractéristiques organoleptiques (tableau 7)

L'effet de l'état d'engraissement des carcasses sur les qualités organoleptiques de la viande a été testé dans les 2 essais. Dans l'essai 1, les animaux maigres (7,8 % de tissu adipeux dans la carcasse) âgés de 8,5 ans étaient comparés aux animaux engraisés 109 jours (21,4 % de tissu adipeux) âgés de 8,4 ans. Dans l'essai 2, le lot maigre (7,2 % de tissu adipeux) âgé de 8,8 ans en moyenne était comparé au lot engraisé 56 jours sans anabolisant (19,1 % de tissu adipeux) et au lot engraisé 83 jours avec anabolisant (20,9 % de tissu adipeux) âgés respectivement de 8,2 et 8,7 ans.

L'effet de l'état d'engraissement des carcasses sur les résultats de l'analyse sensorielle est remarquable, puisque les deux muscles étudiés (long dorsal et gros anconé) sont toujours jugés significativement plus tendres, de meilleure jutosité et de flaveur plus intense lorsque les carcasses sont grasses.

L'effet de l'âge est significatif pour la tendreté ; la viande des animaux jeunes (5 ans) est significativement plus tendre que celle des animaux âgés (11 ans) : note moyenne de 5,45 contre 4,99. En revanche, aucun écart significatif dû à l'âge n'apparaît pour la jutosité ou la flaveur.

Enfin, l'administration d'un anabolisant n'a aucun effet significatif sur les notes moyennes de tendreté, de jutosité ou de flaveur.

Au-delà de 70 jours d'engraissement, le gain de carcasse est essentiellement constitué de tissu adipeux.

	Effectif	Tendreté		Jutosité		Flaveur	
		LD	GA	LD	GA	LD	GA
Essai 1							
Maigre (M)	4	4,13	4,61	3,86	4,94	5,01	5,02
109 j d'engrais (G2)	5	6,23	5,08	5,56	5,50	5,36	5,82
Seuil de signification comparaison (M)-(G2)		** M < G2		** M < G2		** M < G2	
Essai 2							
Age × engraissement							
<i>Jeunes : (J)</i>							
maigre (M)	3	5,24	3,81	5,11	5,61	5,30	4,91
témoin (T)	4	5,85	5,58	5,27	5,99	5,34	5,85
implanté (I)	4	6,56	5,56	5,80	6,06	5,64	5,78
<i>Agées : (A)</i>							
maigre (M)	4	4,31	3,94	5,08	5,07	4,86	5,18
témoin (T)	4	5,30	5,74	5,08	6,10	5,14	5,72
implanté (I)	4	5,44	5,20	5,16	5,87	5,32	5,72
Source de variation							
Age :		*		ns		ns	
		J > A					
Engraissement		*		*		*	
		M < T = I		M < T = I		M < T = I	

* significatif au seuil de 5 %, ** significatif au seuil de 1 %, ns non significatif.

Tableau 7. Résultats des analyses sensorielles de l'essai 2. Notes moyennes de tendreté, jutosité et flaveur obtenues sur les muscles long dorsal (LD) et gros anconé (GA).

	Effectif	Muscle long dorsal			Muscle rhomboïde thoracique		
		pH	Matière sèche (%)	Lipides totaux (% frais)	pH	Matière sèche (%)	Lipides totaux (% frais)
Moyenne générale	40	5,52	26,09	3,73	5,55	25,53	4,35
Age		ns	ns	ns	**	ns	ns
5 ans	21	5,50	26,05	3,64	5,51 ^b	25,74	4,56
11 ans	19	5,54	26,14	3,83	5,58 ^a	25,30	4,13
Engraissement		**	**	**	**	**	**
- maigre	7	5,66 ^a	23,94 ^c	1,71 ^c	5,71 ^a	24,16 ^c	2,47 ^b
- sans anabolisant	15	5,51 ^b	25,91 ^b	3,78 ^b	5,52 ^b	25,33 ^b	4,41 ^a
- avec anabolisant	18	5,48 ^b	27,08 ^a	4,48 ^a	5,50 ^b	26,24 ^a	5,04 ^a
Age × engraissement		ns	ns	ns	*	ns	ns
5 ans :							
- maigre	3	5,60	23,92	1,56	5,55	23,71	1,87
- sans anabolisant	9	5,50	25,65	3,56	5,51	25,42	4,47
- avec anabolisant	9	5,48	27,16	4,42	5,51	26,74	5,54
11 ans :							
- maigre	4	5,71	23,95	1,82	5,83	24,51	2,93
- sans anabolisant	6	5,52	26,31	4,11	5,54	25,19	4,32
- avec anabolisant	9	5,48	27,00	4,53	5,50	25,74	4,53

* significatif au seuil de 5 %, ** significatif au seuil de 1 %, ns non significatif
a, b, c : les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes.

Tableau 8. Influence de l'âge, de l'engraisement et d'un anabolisant sur le pH et sur les teneurs en matière sèche et lipides des muscles long dorsal et rhomboïde thoracique (essai 2).

b / Caractéristiques physico-chimiques des muscles (essai 2)

- Evolution post mortem

L'évolution *post mortem* des muscles s'est faite tout à fait normalement pour 39 animaux sur 40 ; un seul pH supérieur à 6 est enregistré pour l'un des muscles étudiés chez une vache âgée du lot maigre ce qui explique les écarts significatifs (tableau 8).

- Teneur en matière sèche et en lipides totaux

Les teneurs en lipides totaux et en matière sèche d'une viande peuvent être interprétées globalement puisqu'il existe une très bonne liaison entre elles ($r = 0,92$ pour chacun des deux muscles analysés pour les 40 animaux de l'essai 2). On observe évidemment des teneurs en matière sèche et en lipides totaux plus faibles ($P < 0,01$) pour les muscles provenant des vaches abattues maigres : par exemple, 1,7 %

L'engraisement permet d'améliorer la tendreté, la jutosité et la flaveur de la viande, la tendreté restant toujours plus faible pour le lot de vaches âgées.

Tableau 9. Influence de l'âge, de l'engraissement et d'un anabolisant sur les mesures de cisaillement et la teneur en collagène total du muscle long dorsal (essai 2).

	Tous les animaux				Animaux engraisés			
	effectif	viande crue			effectif	viande cuite		collagène total (mg/g frais)
		F (daN)	W (dJ)	W/F		F (daN)	W (dJ)	
Moyenne générale	40	1,61	0,67	0,43	33	3,01	1,80	4,27
Age		<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>		<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
5 ans	21	1,62	0,66	0,41	18	2,95	1,76	4,20
11 ans	19	1,60	0,69	0,45	15	3,09	1,85	4,36
Engraissement		**	**	**		<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
- maigre	7	2,04 ^a	0,68	0,33 ^c	-	-	-	-
- sans anabolisant	15	1,55 ^b	0,64	0,42 ^b	15	3,12	1,83	4,30
- avec anabolisant	18	1,50 ^b	0,70	0,47 ^a	18	2,92	1,77	4,25
Age × engraissement		<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>		<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
5 ans :								
- maigre	3	1,93	0,62	0,32	-	-	-	-
- sans anabolisant	9	1,59	0,66	0,41	9	3,12	1,83	4,17
- avec anabolisant	9	1,54	0,67	0,43	9	2,77	1,68	4,22
11 ans :								
- maigre	4	2,12	0,72	0,34	-	-	-	-
- sans anabolisant	6	1,49	0,62	0,43	6	3,12	1,83	4,50
- avec anabolisant	9	1,45	0,73	0,51	9	3,06	1,86	4,27

** significatif au seuil de 1 %, *ns* non significatif

a, b, c : les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes.

de lipides dans le muscle long dorsal des animaux maigres contre 3,8 % pour les vaches engraisées sans implant (tableau 8).

Les écarts d'âge des animaux n'entraînent pas de modification du gras intramusculaire. En revanche, la viande des animaux qui ont reçu des anabolisants est aussi - voire plus grasse - pour le muscle long dorsal que celle des animaux témoins. Ceci s'explique vraisemblablement par l'allongement de la durée d'engraissement des animaux implantés.

En réalité, ces variations de la teneur en lipides intramusculaires selon les différents facteurs étudiés sont tout à fait parallèles à celles de la proportion de tissu adipeux dans la carcasse. Le coefficient de corrélation linéaire entre ces deux paramètres est de 0,83 pour le muscle long dorsal et de 0,71 pour le muscle rhomboïde thoracique.

- Force et travail de cisaillement

L'âge n'a aucun effet significatif sur l'ensemble des mesures de cisaillement réalisées sur viande crue ou après chauffage pour les deux muscles étudiés (tableaux 9 et 10).

Chez les animaux maigres, la force de cisaillement mesurée sur viande crue, est toujours plus élevée ($P < 0,01$) que chez les vaches engraisées avec ou sans implant pour les deux muscles considérés, avec par ailleurs, un rapport W/F significativement plus faible.

Chez les vaches engraisées, aucun écart significatif des mesures de cisaillement n'est mis en évidence suite à l'administration de l'acétate de trenbolone. On remarque, toutefois, que pour les deux muscles étudiés, le rapport

W/F est significativement plus élevé pour le lot ayant reçu l'implant.

- Teneur en collagène total

Chez les vaches engraisées, la teneur en collagène total du muscle long dorsal est en moyenne de 4,27 mg par g de viande fraîche. Elle ne diffère pas significativement avec l'âge des animaux ou l'administration d'acétate de trenbolone. Ce dosage n'a pas été fait chez les animaux maigres (tableau 9).

- Pouvoir de rétention d'eau de la viande

Le pouvoir de rétention d'eau de la viande, apprécié par la perte de poids à la pression ou à la cuisson, ne varie pas avec les différents facteurs étudiés (âge, état d'engraissement, anabolisant) (tableau 11).

- Caractéristiques de couleur

Il n'existe pas de modifications significatives des teneurs en fer héminique des muscles étudiés selon l'âge, l'état d'engraissement ou l'utilisation d'un anabolisant. On note un pourcentage de lumière réfléchie plus faible ($P < 0,01$) chez les animaux maigres qui peut être facilement relié au pH moyen plus élevé pour ce lot d'animaux (tableau 11).

c / Effets des différents facteurs analysés sur la qualité de la viande

- Effet de l'âge

Pour une même teneur en lipides intramusculaires, de l'ordre de 3,7 % dans le long dorsal de la 6^e côte, la viande des vaches les plus jeunes (5 ans) est jugée plus tendre que celle

L'implant d'acétate de trenbolone n'a pas entraîné de modification des caractéristiques organoleptiques et physico-chimiques de la viande.

	Tous les animaux				Animaux engraisés		
	effectif	viande crue			effectif	viande cuite	
		F (daN)	W (dJ)	W/F		F (daN)	W (dJ)
Moyenne générale	40	3,47	1,27	0,38	33	3,61	2,05
Age		<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>		<i>ns</i>	<i>ns</i>
5 ans	21	3,47	1,31	0,38	18	3,49	1,99
11 ans	19	3,46	1,23	0,37	15	3,75	2,12
Engraissement		**	<i>ns</i>	**		<i>ns</i>	<i>ns</i>
- maigre	7	4,80 ^a	1,36	0,28 ^c	-	-	-
- sans anabolisant	15	3,32 ^b	1,20	0,37 ^b	15	3,53	1,99
- avec anabolisant	18	3,08 ^b	1,29	0,42 ^a	18	3,67	2,10
Age × engraissement		<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>		<i>ns</i>	<i>ns</i>
5 ans :							
- maigre	3	4,91	1,58	0,32	-	-	-
- sans anabolisant	9	3,31	1,20	0,37	9	3,38	1,90
- avec anabolisant	9	3,16	1,32	0,42	9	3,60	2,08
11 ans :							
- maigre	4	4,72	1,20	0,25	-	-	-
- sans anabolisant	6	3,33	1,20	0,37	6	3,76	2,12
- avec anabolisant	9	3,00	1,26	0,43	9	3,74	2,12

** significatif au seuil de 1 %, *ns* non significatif
a, b, c : les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes.

Tableau 10. Influence de l'âge, de l'engraissement et d'un anabolisant sur les mesures de cisaillement du muscle rhomboïde thoracique (essai 2).

Muscle (1)	Perte de poids à la pression (%) (Tous les animaux)		Perte de poids à la cuisson (%) (Animaux engraisés)		Fer héminique (µg/g frais) (Tous les animaux)		Lumière réfléchie (%) (Tous les animaux)
	LD	RT	LD	RT	LD	RT	LD
Moyenne générale	16,9	17,0	14,5	12,0	18,6	21,0	41,7
Age	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
5 ans	16,7	17,0	14,5	11,5	19,1	21,2	43,6
11 ans	17,1	17,0	14,4	12,6	18,1	20,8	39,6
Engraissement	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	**
- maigre	17,2	15,7	-	-	16,5	20,3	29,9 ^b
- sans anabolisant	16,1	16,7	14,8	11,7	18,7	20,6	45,2 ^a
- avec anabolisant	17,5	17,8	14,2	12,3	19,4	21,6	43,3 ^a
Age × engraissement	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
5 ans :							
- maigre	17,3	16,6	-	-	17,9	20,5	30,7
- sans anabolisant	16,7	16,6	15,2	11,1	19,2	20,9	49,0
- avec anabolisant	16,5	17,4	13,9	11,9	19,4	21,7	42,5
11 ans :							
- maigre	17,1	15,0	-	-	15,5	20,2	29,2
- sans anabolisant	15,1	16,8	14,0	12,5	17,9	20,2	39,6
- avec anabolisant	18,5	18,1	14,4	12,7	19,4	21,6	44,2

(1) LD : Long dorsal ; RT : Rhomboïde thoracique
a, b, c : les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes.
** significatif au seuil de 1 %, *ns* non significatif.

Tableau 11. Pouvoir de rétention d'eau et caractéristiques de couleur de la viande (essai 2).

des animaux les plus âgés (11 ans). Cet écart de tendreté à la dégustation ne s'accompagne pas de différences significatives des résultats de cisaillement. L'évolution de la force de cisaillement avec l'âge des animaux n'est pas toujours facile à mettre en évidence. Souvent, elle ne concerne pas tous les muscles d'une carcasse ; elle est de faible amplitude et peut avoir une évolution non linéaire. Dryden *et al* (1979), en étudiant 8 muscles par carcasse chez des

vaches de race Hereford âgées de 3, 6 et 10 ans, abattues maigres, montrent que seul le muscle long dorsal présente des variations significatives avec l'âge des résultats de cisaillement obtenus sur viande cuite ; la valeur obtenue à 6 ans étant paradoxalement plus faible que celles obtenues à 3 ou 10 ans.

Les teneurs en collagène total mesurées sur le muscle long dorsal ne sont pas différentes

selon l'âge des vaches. Ce résultat est conforme à la bibliographie, où l'on ne trouve aucune indication d'une augmentation systématique du collagène musculaire avec l'âge ; par contre, la stabilité thermique du collagène a tendance à augmenter lorsque l'animal vieillit. Toutefois, des mesures de solubilité du collagène réalisées par Culioli *et al* (1990) sur le muscle long dorsal des animaux engraisés de l'essai 2 ayant fait l'objet de l'analyse sensorielle n'apparaissent pas significativement différentes selon l'âge des animaux. Dans le cas précis de cette étude de l'effet de l'âge sur la tendreté de la viande, l'analyse sensorielle apparaît comme une méthode plus sensible que le cisaillement ou les dosages de collagène. Cependant, les mesures de cisaillement et les dégustations ne sont pas effectuées au même stade de maturation de la viande.

La jutosité et la flaveur de la viande appréciées par le jury de dégustateurs comme le pouvoir de rétention d'eau mesuré au laboratoire ne sont pas altérés significativement par le vieillissement de l'animal. Les caractéristiques de couleur sont, elles aussi, indépendantes de l'âge entre 5 et 11 ans.

- Effet de l'état d'engraissement des carcasses

Dans les deux essais, la viande des animaux maigres (1,7 % de lipides intramusculaires pour le long dorsal contre 4 % environ chez les vaches engraisées) est toujours jugée plus dure à la dégustation. Cela s'accompagne d'une force de cisaillement mesurée sur le produit cru significativement plus élevée pour les deux muscles étudiés. La viande des animaux maigres est également jugée de moindre jutosité et de flaveur moins intense. Ces observations rejoignent en partie celles de Dryden *et al* (1979) qui montrent que l'effet d'une réalimentation faisant passer la teneur en lipides de la carcasse de 12,7 % à 25 % chez des vaches Hereford âgées de 7 à 12 ans entraîne, pour certains muscles, une amélioration des notes de tendreté à la dégustation sans qu'il y ait systématiquement une variation des résultats de cisaillement. Par rapport aux animaux maigres, une diminution de la valeur de cisaillement mesurée sur long dorsal est en revanche observée après 56 jours ou 84 jours d'engraissement chez des vaches Hereford et Angus de 9 à 13 ans (Matulis *et al* 1984). Cette moins bonne tendreté de la viande des carcasses maigres peut souvent être expliquée, au moins partiellement par une sensibilité à la contracture au froid plus importante suite au manque de gras de couverture. En principe, ce phénomène ne devrait pas s'être produit dans nos essais compte tenu du régime de froid appliqué.

- Effet de l'acétate de trenbolone

L'implant d'acétate de trenbolone n'a entraîné aucune modification significative des notations de l'analyse sensorielle ou des caractéristiques physico-chimiques à l'exception de la teneur en lipides intramusculaires. Ces observations ne confirment pas les résultats obtenus chez des boeufs Charolais pour lesquels, un effet négatif de l'anabolisant sur la tendreté de la viande est mis en évidence (Touraille 1986, Bordes *et al* 1988). Plusieurs

éléments d'explication peuvent aider à comprendre l'absence d'effet marqué de l'anabolisant :

- les animaux implantés ont été abattus tardivement, 90 jours après la pose de l'implant,
- l'état d'engraissement à l'abattage des animaux implantés était égal à celui des témoins voire supérieur et un peu excessif,
- l'écart de reprise de poids dû au facteur de croissance était limité surtout pour le lot de vaches jeunes,
- les effectifs de vaches dont les muscles ont fait l'objet d'analyses sensorielles étaient faibles.

Conclusion

La remise « en état » des vaches de réforme de race Charolaise s'avère intéressante puisqu'elle permet d'améliorer la qualité des carcasses mais surtout les qualités organoleptiques de la viande. Cette finition peut être de courte durée (60 à 70 jours) avec une ration très énergétique à base d'ensilage de maïs.

Dans le cas de ces deux essais, les vaches ne recevant pas d'anabolisant ont alors en moyenne un gain de poids vif journalier de 1100 à 1200 g, qui est vraisemblablement sous-évalué compte-tenu des variations du poids du contenu digestif observées en cours d'engraissement. Leur gain de carcasse, pouvant dépasser 60 kg, est composé de 37 à 42 % de muscle.

La prolongation de l'engraissement au delà de 70 jours ne paraît pas très utile puisque le surplus de carcasse ainsi obtenu est essentiellement composé de gras.

Les performances des animaux les plus âgés (11 ans en moyenne) restent correctes mais inférieures à celles des jeunes (5 ans en moyenne) en ce qui concerne l'efficacité alimentaire, le rendement à l'abattage et surtout la tendreté de la viande. Il faut remarquer que le schéma expérimental utilisé ne permet pas de déterminer à partir de quel âge exactement les performances et la tendreté de la viande diminuent. Il serait pourtant intéressant de le connaître plus précisément pour la définition des conditions de production d'animaux de qualité.

L'utilisation de l'acétate de trenbolone permet d'améliorer les performances des animaux avec, dans le cas de cet essai, une très bonne réponse des vaches les plus âgées. Aucun effet négatif de l'anabolisant sur les caractéristiques physico-chimiques ou sur les qualités organoleptiques de la viande n'a pu être mis en évidence.

Remerciements

Cette étude a été réalisée grâce au soutien financier du Conseil Régional de Bourgogne et de la DGER du Ministère de l'Agriculture.

Les auteurs tiennent à remercier toutes les personnes qui ont contribué au bon déroulement de l'expérimentation, à la collecte et au traitement des données : J.P. Blanchon, Directeur du Domaine Expérimental INRA d'Epoisses ; F. Delamarche, M. Des-

gouilles, F. Faurie, Y. Grosperon et B. Guérin, techniciens au Laboratoire de la Chaire de Zootechnie de l'ENSSAA de Dijon ; V. Allard, V. Ponchelet et M-J. Kempf, pour les travaux de secrétariat et de dactylographie ; J.P. Argaud et P. Penichon, élèves de l'ENITA de Dijon qui ont réalisé leur mémoire d'études dans le cadre de ce programme ; G. Cuyille, R. Jailler et Y. Vantomme du Laboratoire Croissance

et Métabolismes des Herbivores de l'INRA de Theix et M-C. Bayle de la Station de Recherche sur la Viande de l'INRA de Theix, leur aide a toujours été précieuse.

Enfin, il faut remercier particulièrement D. Contour, technicien au Domaine INRA de Dijon-Epoisses qui a suivi au jour le jour les animaux de ces essais.

Références bibliographiques

- AGABRIEL J., GIRAUD J.M., PETIT M., 1986. Détermination et utilisation de la note d'engraissement en élevage allaitant. Bull. Tech. CRZV Theix, INRA, 66, 43-50.
- BERANGER C., MALTERRE C., 1968. Influence d'un stéroïde triénique à activité anabolisante sur l'engraissement de vaches tarées. Compte rendu des séances de la Société de Biologie. Tome 162 (5-6), 1157-1164.
- BERANGER C., NEGRIN M., MALTERRE C., 1970. Evolution du gain de poids vif et de l'état d'engraissement des vaches tarées au pâturage. Ann. Zootech., 19, 53-66.
- BONNET M., KOPP J., 1984. Dosage du collagène dans les tissus conjonctifs, la viande et les produits carnés. Cah. Techn. INRA. 5, 19-30.
- BORDES P., BOCCARD R., RENNERE M., TOURAILLE C., BAYLE M.C., FOURNIER R., LABAS R., 1988. Viande de boeuf sous label. Comparaisons entre des caractéristiques qualitatives des viandes de boeufs Charolais témoins labels et implantés. Viandes et produits carnés, 9, 239-240.
- CEREOPA, 1987. Situation et perspectives d'évolution des productions de viande dans le Centre Est. Livres I, II et IV. Ed. CEREOPA, 16 rue Claude Bernard, Paris.
- CHILLIARD Y., ROBELIN J., REMOND B., 1984. *In vivo* estimation of body lipid mobilization and reconstitution in dairy cattle. Can. J. Anim. Sci., 64 (Supl.), 236-237.
- COLLEAU J.J., MALTERRE C., TOURAILLE C., 1984. Influence du type génétique et du niveau de production laitière sur la qualité des carcasses et des viandes de vaches laitières réformées. Bull. Tech. CRZV Theix, INRA, 58, 45-52.
- CULIOLI J., BORDES P., DUMONT R., 1990. Influence of a trenbolone acetate implant on the composition and the ageing kinetics of the *longissimus dorsi* muscle of cull cows. Sciences des aliments, 10, 533-542.
- DOREAU M., ROBELIN J., LESTRADE A., 1985. Effects of physiological state and body fatness on digestive tract weight and composition in the dairy cow. Livest. Prod. Sci., 12, 379-385.
- DRYDEN F.D., MARCHELLO J.A., TINSLEY A., MARTINS C.B., WOOTEN R.A., ROUBICEK C.B., SWINGLE R.S., 1979. Acceptability of selected muscles from poor condition and realimented cull range cows. J. Food. Sci. 44, 1058-1062.
- FOLCH J., LEES M., SLOANE STANLEY G.H., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. J. Biol. Chem., 226, 497-509.
- FREBLING J., POUJARDIEU B., VISSAC B., BERANGER C., TEISSIER J.H., 1967. Station de sélection bovine. Compte rendu technique n° 1. Note générale. BTI, 225, 887-894.
- GEAY Y., 1986. Emploi des additifs alimentaires et des anabolisants pour la production de viande de gros bovins. 2. Intérêt zootechnique des substances à activités hormonales. In D. Micol éd : Production de Viande bovine. INRA Paris, pp. 422-434.
- GOUTEFONGEA R., 1963. Comparaison de différentes méthodes de mesure du pouvoir de rétention d'eau de la viande de porc. Liaison avec le pH. Ann. Zootechn., 12, 125-132.
- HORNSEY H.C., 1956. The colour of cooked cured pork. I. Estimation of the nitric oxide-haem pigments. J. Sci. Food. Agric., 7, 534-540.
- ITEB, 1989. Lait et viande bovine en 1988. Perspectives 1989. ITEB Publications, 149 rue de Bercy, Paris.
- JONES S.D.M., 1981. Offal growth in young and mature dairy cows. Can. J. Anim. Sci., 61, 607-611.
- JONES S.D.M., MACLEOD G.K., 1981. The feedlot performance and carcass composition of young and mature cull Holstein cows. Can. J. Anim. Sci., 61, 593-599.
- JONES S.D.M., 1983. Tissue growth in young and mature cull Holstein cows fed a high energy diet. J. Anim. Sci., 56, 64-70.
- LHERM M., BEBIN D., LIENARD G., 1988. Orientation des productions bovines charolaises en Creuse. INRA Prod. Anim., 1, 97-109.
- MALTERRE C., 1972. Peut-on améliorer l'engraissement de vaches laitières réformées ? in L'Elevage N° hors série : "L'exploitation moderne du troupeau laitier". 141-150.
- MALTERRE C., 1986. Production de viande de vaches de réforme. In D. Micol éd : Production de Viande bovine, INRA, Paris, 247-269.
- MALTERRE C., JONES S.D.M. 1991. Meat production from heifers and cull cows. In Beef Cattle Production. Ed. R. Jarrige, Elsevier (sous presse).
- MALTERRE C., ROBELIN J., AGABRIEL J., BORDES P., 1989. Engraissement des vaches de réforme de race Limousine. INRA Prod. Anim., 2, 325-334.
- MATULIS R.J., McKEITH F.K., FAULKNER D.B., BERGER L.L., GEORGE P., 1987. Growth and carcass characteristics of cull cows after different times-on-feed. J. Anim. Sci., 65, 669-674.
- ROBELIN J., AGABRIEL J., 1986. Estimation de l'état d'engraissement des bovins vivants à partir de la taille des cellulés adipeuses. Bull. Tech. CRZV Theix, INRA, 66, 37-41.
- ROBELIN J., AGABRIEL J., MALTERRE C., BONNEMAIRE J., 1990. Changes in body composition of mature dry cows of Holstein Limousine and Charolaise breeds during fattening. I: Skeleton muscles fatty tissues and offal. Livest. Prod. Sci., 25, 199-215.
- SALE P., 1971. Evolution de quelques propriétés mécaniques du muscle pendant la maturation. Bull. Tech. CRZV Theix INRA. 6, 35-44.
- SMITH N.E., BALDWIN R.L., 1974. Effects of beef pregnancy and lactation on weight of organs and tissues in dairy cattle. J. Dairy Sci., 57, 1055-1060.
- SWINGLE R.S., ROUBICEK C.B., WOOTEN R.A., MARCHELLO J.A., DRYDEN F.D., 1979. Realimentation of cull range cows. I. Effect of final body condition an dietary energy level on rate, efficiency and composition of gains. J. Anim. Sci., 48, 913-918.
- TOURAILLE C., 1986. Conséquences de l'emploi des anabolisants sur la qualité de la viande. In D. Micol éd : Production de Viande bovine, INRA Paris, pp 445-449.
- WOOTEN R.A., ROUBICEK C.B., MARCHELLO J.A., DRYDEN F.D., SWINGLE R.S., 1979. Realimentation of cull range cows. 2. Changes in carcass traits. J. Anim. Sci., 48, 823-830.

Summary

The fattening of Charolais cull cows

Two experiments were conducted to investigate the effects of length of the feeding period (0, 70 or 109 days), age (5 or 11 years) and use of trenbolone acetate on liveweight, dry matter intake, carcass weight, carcass compositional changes and meat quality of 56 cull Charolais cows fed on silage. A total of 11 additional cows were slaughtered at the beginning of the feeding period to estimate initial body composition.

During the 70 day feeding period, cows without the trenbolone acetate implant had a daily liveweight gain of 1.2 kg. The estimated daily dry matter intake was 13.7 kg, their feed efficiency was 90 g of gain per UFL ingested. The average warm carcass weight of fed cows was 385 kg and consisted on average of 66 % meat, 19 % fat and 15 % bone. Carcass weight gains averaged 63 kg for Experiment 1 with a muscle content of 37 %.

An extended fattening period of 110 days resulted in an increased carcass weight (20 to 30 kg), but this consisted mostly of fat.

In this experiment, there was no evidence of any negative effects of age on the level of performance during fattening. Even though, the liveweight gain, feed efficiency and the per-

centage yield at slaughter tended to decrease for 11 year old cows.

Implantation with trenbolone acetate resulted in a greater liveweight gain of 57 kg and in an increase in the lean proportion of the carcass gain (47 % versus 41 % for the control group of the 11 year old cows). The fattening period was increased 27 days in this instance.

Acceptability of the meat, as measured by tenderness, juiciness and flavour, increased for cows which were realimented, while shear measurements decreased. Significant differences in tenderness with advancing age were obtained in the two muscles studied (values of 4.99 for old cows versus 5.45 for young cows). The age of the animal had no influence on the level of juiciness, flavour, shear measurements, pigments, water holding and intramuscular fat. No significant negative effects were determined for the trenbolone implant for any of the meat traits evaluated.

DUMONT R., ROUX M., AGABRIEL J., TOURAILLE C., BONNEMAIRE J., MALTERRE C. et ROBÉLIN J. 1991. Engraissement des vaches de réforme de race charolaise. Facteurs de variation des performances zootechniques, de la composition tissulaire des carcasses et de la qualité organoleptique de la viande. *INRA Prod. Anim.*, 4 (4), 271 - 286.