

M. ROUX, Rolande DUMONT,
J. AGABRIEL*, J. BONNEMAIRES,
D. MICOL*

INRA-ENSSAA Laboratoire de la Chaire
de Zootechnie
26 boulevard Docteur Petitjean
21000 Dijon

* INRA Laboratoire Adaptation des
Herbivores aux Milieux
Theix 63122 Saint-Genès Champanelle

Engrassement des vaches de réforme de race Charolaise.

Effet d'une suralimentation protéique sur les performances d'engraissement et les caractéristiques physico-chimiques musculaires.

Une suralimentation azotée pendant la période de finition peut permettre de diminuer l'état d'engraissement des carcasses chez certaines espèces. Cet effet existe-t-il chez la vache de réforme ?

Les effets de facteurs tels que l'âge, le format, l'état corporel, l'état sanitaire, l'état physiologique et des substances anabolisantes sur l'engraissement des vaches de réforme ont été étudiés chez des animaux de races laitières Normande, Montbéliarde, Française Frisonne et croisées Holstein (Béranger et Malterre 1968, Béranger *et al* 1970, Malterre 1972, Jones 1983, Chilliard *et al* 1984, Colleau *et al* 1984, ITEB-EDE 1990)

ou de races allaitantes Salers, Limousine, Hereford, Angus et Charolaise (Swingle *et al* 1979, Malterre 1986, Matulis *et al* 1987, Malterre *et al* 1989, Dumont *et al* 1991). Tous ces travaux soulignent la variabilité des résultats, liée essentiellement à l'hétérogénéité des animaux, et montrent que la durée de finition peut être réduite en utilisant des régimes d'ingestibilité et de concentration énergétique élevées.

Résumé

L'influence du niveau azoté de la ration pour la finition de la vache de réforme de race Charolaise a été étudiée au cours de deux essais successifs portant sur un effectif total de 82 animaux. L'objectif était d'évaluer l'effet strict d'un apport d'azote excédentaire sur la reprise de poids, l'efficacité alimentaire, la proportion de muscle dans le gain de poids de carcasse et les caractéristiques physico-chimiques des deux muscles longissimus du thorax et rhomboïde thoracique.

Pour chaque essai, 41 vaches de réforme âgées en moyenne de 5 ans, maigres et taries ont été réparties en 5 lots homologues pour l'âge, le poids et l'état d'engraissement : 4 lots ont été engrangés avec un régime à base d'ensilage de maïs plante entière et de tourteau de soja et un lot de 5 vaches a été abattu au début de la période expérimentale comme témoin initial.

Les lots N, M et H1 ont reçu des rations isoénergétiques apportant respectivement 90, 120 ou 160 g de PDI/UFL. Le lot H2 a reçu 160 g de PDI/UFL avec ensilage de maïs ad libitum pour évaluer l'effet du niveau azoté de la ration sur l'ingestion.

Le lot N a été abattu à un état d'engraissement optimum (note 3,5 sur 5) et les 3 autres lots à même durée moyenne d'engraissement que le lot N (81 j pour l'essai 1 et 75 j pour l'essai 2).

A même quantité d'énergie ingérée, l'élévation du niveau azoté de la ration (lots N, M et H1) n'améliore pas significativement la reprise de poids vif (1320 g/j pour le lot H1 vs 1070 g/j pour le lot N). Les poids de carcasse sont pratiquement identiques (respectivement 376 kg et 382 kg pour les lots N et H1). L'état d'engraissement, apprécié par les proportions de tissu adipeux du 5ème quartier et de la carcasse, a tendance à diminuer avec l'augmentation du niveau azoté. La suralimentation protéique ne modifie pas significativement les teneurs intramusculaires en lipides et collagène ainsi que les caractéristiques de cisaillement, de couleur et de rétention d'eau de la viande.

A niveau azoté élevé, lorsque l'ensilage de maïs est distribué à volonté (comparaison lots N et H2), la quantité de matière sèche ingérée augmente de 0,7 kg/j, soit 0,6 UFL. Cette ingestion supplémentaire d'énergie a tendance à améliorer la reprise de poids mais accroît significativement les dépôts adipeux de la carcasse et du 5ème quartier.

En revanche, peu d'études ont été réalisées sur le niveau azoté de la ration de finition des vaches de réforme. En France, deux essais sur des vaches de race Limousine (Malterre *et al* 1989) et de race Charolaise (Haurez *et al* 1992) n'ont pas mis en évidence l'intérêt d'un apport d'azote supérieur aux recommandations (INRA 1988) pour ce type d'animal.

Chez les mâles de races laitières ou spécialisées à viande, un apport d'azote supérieur aux recommandations a généralement peu d'influence sur les performances de reprise de poids (Williams *et al* 1975, Ferrell *et al* 1978, Martin *et al* 1978, Steen 1986 et 1988, Cadot *et al* 1988). Cependant certains essais portant sur la période de finition des animaux mettent en évidence une augmentation du gain de poids vif avec des niveaux azotés élevés et fréquemment des quantités d'énergie ingérée supérieures (Haskins *et al* 1967, Horton et Nicholson 1981, Lemenager *et al* 1981, Bailey 1989, Micol *et al* 1989 comm. pers.).

Chez les monogastriques, une suralimentation protéique peut permettre de limiter le développement des dépôts adipeux. Cet effet est bien connu chez le porc pour lequel une élévation du niveau azoté de la ration, en exerçant un effet dépressif sur l'ingestion alimentaire favorise le développement des muscles dans la carcasse au détriment des dépôts adipeux (Campbell 1988, Henry 1985 et 1990). Chez les bovins l'effet est beaucoup plus difficile à mettre en évidence. Pour de nombreux auteurs, l'augmentation du taux azoté de la ration n'entraîne pas de diminution de l'état d'engraissement des carcasses (Epley *et al* 1971, Williams *et al* 1975, Ferrell *et al* 1978, Horton et Nicholson 1981, Lemenager *et al* 1981, Cadot *et al* 1988, Mader *et al* 1989). Certains résultats mettent même en évidence une augmentation significative de l'état d'engraissement avec l'élévation du taux azoté (Martin *et al* 1978, Steen 1988). Enfin dans de rares essais, une suralimentation protéique, en particulier à même quantité d'énergie ingérée, entraîne une diminution du gras interne (Mader *et al* 1989) ou des dépôts adipeux de la carcasse (Micol *et al* 1989 comm. pers.), voire des lipides intramusculaires (Bailey 1989, Berge *et al* 1990). Cette diminution de la teneur en lipides intramusculaires peut être à l'origine d'une altération de certaines propriétés sensorielles de la viande, telles que la tendreté et la jutosité (Berge *et al* 1990).

En zone Charolaise, les pratiques d'engraissement des vaches de réforme sont très diversifiées selon les exploitations (Mangeol 1989). Certains éleveurs distribuent des rations excédentaires en azote afin d'améliorer les performances des animaux et de mieux maîtriser leur engrangement. C'est pourquoi il a paru souhaitable de mettre en place des études spécifiques visant à mieux connaître l'influence du niveau azoté de la ration pour la finition de la vache de réforme de race Charolaise.

Les essais ont été réalisés de 1988 à 1990 au domaine INRA de Dijon-Epoisses à la suite des études déjà entreprises sur la vache de réforme

de race Charolaise (Dumont *et al* 1991). L'objectif de cette expérimentation a été d'évaluer l'effet strict d'un apport d'azote excédentaire par rapport aux recommandations alimentaires (INRA 1988), sur la reprise de poids, l'efficacité alimentaire, la composition tissulaire des carcasses, la proportion de muscle dans le gain de poids et les caractéristiques physico-chimiques des muscles.

1 / Conditions expérimentales

Les vaches ont été achetées à des domaines expérimentaux (INRA, ITEB, EDE), à des établissements d'enseignement agricole et à des groupements de producteurs. A l'achat elles devaient correspondre aux caractéristiques suivantes : vaches âgées de 3 à 7 ans, ayant réalisé au moins une lactation et trois au maximum, vides et taries après avoir allaité leur veau, en bon état sanitaire et suffisamment maigres.

1.1 / Schéma expérimental

Deux essais factoriels successifs portant chacun sur 45 vaches ont permis de tester les effets du niveau azoté de la ration sur les performances d'engraissement des animaux et les caractéristiques de qualité des carcasses et de la viande. Dans chaque essai, les 45 vaches ont été réparties avant le début de la période expérimentale en 5 lots homologues sur la base du poids vif (double pesée), de l'âge et 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) pour l'essai 2 uniquement (tableau 1). Quatre lots de 10 vaches ont été engrangés avec un régime à base d'ensilage de maïs plante entière et de tourteau de soja. Le cinquième lot de 5 vaches a été abattu au début de la période expérimentale comme témoin initial, ce qui a permis d'estimer la reprise de poids de carcasse et sa composition tissulaire.

Les trois premiers lots ont reçu des rations devant apporter respectivement 90, 120 et 160 g de PDI par UFL. Le premier lot correspondant aux recommandations INRA (1988) est appelé "normal" dans le texte (N), les deux suivants respectivement "Moyen" (M) et "Haut 1" (H1). Les rations distribuées étaient isoénergétiques et apportaient la même quantité d'énergie sous forme d'aliments concentrés (pulpes de betteraves déshydratées et/ou tourteau de soja). Pour y parvenir les quantités d'ensilage de maïs ingérées par les animaux des niveaux M et H1 ont été ajustées sur celles ingérées *ad libitum* par les animaux du niveau N. Le quatrième lot appelé "Haut 2" (H2) a reçu une quantité de tourteau de soja égale à celle du lot H1, l'ensilage de maïs étant distribué *ad libitum* pour évaluer l'effet du niveau azoté de la ration sur la capacité d'ingestion (tableau 2).

Les animaux du niveau N ont été abattus à un état d'engraissement jugé optimum (note 3,5 sur 5) et les animaux des 3 autres lots à

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

	Essai 1					Essai 2				
	N normal 90	M moyen 120	H1 haut1 160	H2 haut2 160	T maigre	N normal 90	M moyen 120	H1 haut1 160	H2 haut2 160	T maigre
Lot Niveau azoté Objectif(g PDI / UFL)										
Nombre d'animaux	10	10	10	10	5	10	10	10	10	5
Poids vif (kg)	580	578	579	579	565	568	569	569	559	560
Age (années)	5,5	5,8	5,5	5,7	5,4	5,0	5,0	4,4	4,4	4,4
Note d'état (sur 5)	1,35	1,34	1,35	1,35	1,36	1,13	1,25	1,17	1,17	1,22
Diamètre des adipocytes (μ)	-	-	-	-	-	46	43	44	48	43

Tableau 2.

Régimes alimentaires et valeur nutritive des ensilages de maïs.

	Essai 1				Essai 2			
	N 90	M 120	H1 160	H2 160	N 90	M 120	H1 160	H2 160
Rations (par jour)								
Ensilage de maïs	ad <i>lib.</i>	même que le	énergie niveau N	ad <i>lib.</i>	ad <i>lib.</i>	même que le	énergie niveau N	ad <i>lib.</i>
Tourteau de soja tanné (kg MS)	0,75	1,8	3,1	3,1	0,65	1,7	3,5	3,5
Pulpes bett. déshydr. (kg MS)	2,75	1,5	-	-	3,3	2,1	-	-
Urée (kg brut)	0,09	0,07	-	-	0,15	0,13	0,02	0,02
CMV (kg brut)	0,12	0,15	0,15	0,15	0,12	0,12	0,15	0,15
Ensilages de maïs								
Teneur en MS (g/kg)		305				304		
Composition chimique et valeur nutritive (par kg MS)	952 g MO 67 g MAT 211 g CB		0,90 UFL 41 g PDIN 65 g PDIE		948 g MO 73 g MAT 216 g CB		0,87 UFL 45 g PDIN 62 g PDIE	

même durée moyenne d'engraissement que le niveau N (soit 81 jours pour l'essai 1 et 75 jours pour l'essai 2).

1.2 / Déroulement des essais

Dès l'arrivée des animaux, une période préliminaire a permis d'effectuer les traitements sanitaires et d'homogénéiser les états d'engraissement en distribuant des quantités limitées d'une ration foin-paille selon l'état des vaches. La phase suivante d'accoutumance (de 10 à 14 jours) a permis d'adapter les animaux au régime expérimental ; les vaches ont reçu pendant 8 jours une ration composée de 6 kg de matière sèche d'ensilage de maïs, 0,2 kg de tourteau de soja et 0,15 kg de complément minéral. Les lots ont été constitués au terme de cette période. Les quantités d'ensilage de maïs ont ensuite été progressivement augmentées pour atteindre la consommation *ad libitum* dans un délai de 5 jours. La période d'engraissement proprement dite a alors débuté avec l'abattage des animaux témoins maigres.

L'engraissement a été réalisé en stabulation libre par case de 10 animaux. L'ensilage de maïs était distribué en deux repas par jour, les aliments concentrés étant ajoutés à la ration

d'ensilage de maïs 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. Pour les niveaux M et H1, les quantités d'ensilage distribuées ont ainsi été ajustées chaque semaine sur la consommation des animaux du niveau N.

La valeur nutritive des aliments a été estimée à partir des résultats de l'analyse chimique d'échantillons représentatifs des aliments distribués.

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 vif moyen a été estimé individuellement par régression linéaire ou quadratique.

Malgré les précautions prises dans chaque essai, les résultats concernant quatre vaches ont dû être éliminés pour cause d'accident ou de gestation trop avancée.

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 5ème

quartier ont été pesés séparément. Pour tous les animaux, la composition de la carcasse a été estimée à partir des résultats de dissection de la 6ème côte, du poids des dépôts adipeux du 5ème quartier et des quatre os canons à partir des équations suivantes (Robelin, non publié).

$$\text{DAC} = -21,4 + 0,2172 \text{ PCC} + 56,915 \text{ DA6c} \\ - 26,645 \text{ MU6c} + 1,074 \text{ DA5qt}$$

$$\text{Syx} = 6,19$$

$$\text{MUC} = -47,47 + 0,8357 \text{ PCC} - 42,378 \text{ DA6c} \\ + 19,363 \text{ MU6c} - 1,638 \text{ DA5qt}$$

$$\text{Syx} = 5,06$$

$$\text{SQC} = 0,14 + 75,237 \text{ SQ6c} + 11,702 \text{ P4ca}$$

$$\text{Syx} = 2,76$$

PCC = Poids de Carcasse Chaude (kg)

DAC = Dépôt Adipeux de la Carcasse (kg)

MUC = Muscle de la Carcasse (kg)

SQC = Squelette de la Carcasse (kg)

DA6c = Dépôt Adipeux de la 6è côte (kg)

MU6c = Muscle de la 6è côte (kg)

SQ6c = Squelette de la 6è côte (kg)

DA5qt = Dépôt Adipeux du 5è quartier (kg)

P4ca = Poids des 4 os canons (kg)

1.4 / Analyses physico-chimiques des muscles

Des mesures physico-chimiques ont été faites pour tous les animaux sur les muscles longissimus du thorax (*M. longissimus thoracis*) et rhomboïde thoracique (*M. rhomboideus thoracis*) prélevés au niveau des 5è et 6è côtes d'une même demi-carcasse, 24 heures post-mortem. Pour le ressuage, les carcasses ont été laissées 3 heures à 12°C environ puis refroidies en salle de réfrigération rapide pendant 24 heures (+ 2°C avec ventilation forcée). Les mesures suivantes, identiques à celles décrites par Dumont *et al* (1991), ont été faites sur viande fraîche ayant mûri 6 jours à 4°C :

- la force maximale de cisaillement correspondant à une section de l'échantillon de 1 x 1 cm mesurée avec l'appareil à cisailleur INRA (Salé 1971). 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 moyenne à cœur de 56°C, ce qui permet simultanément d'estimer les pertes de poids à la cuisson.

- le pH sur viande broyée.

- la teneur en matière sèche par dessiccation à l'étuve (103°C pendant 48 heures).

- 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).

- la teneur en fer héminique selon la méthode de Hornsey (1956).

Certaines analyses chimiques ont été faites sur broyats de viande congelés :

- les lipides totaux par extraction à froid avec un mélange de chloroforme-méthanol (rapport 2/1 en volume) selon une méthode adaptée de Folch *et al* (1957).

- le collagène total (hydroxyproline x 7,5) ; l'hydroxyproline est extraite par hydrolyse acide, (HCl 6N, 16 heures) puis dosée par colorimétrie à l'autoanalyseur avec étalonnage selon la méthode manuelle AFNOR (1987).

1.5 / Interprétation des résultats

Les résultats ont été interprétés par analyse de variance d'un dispositif factoriel non orthogonal, non équilibré, dans lequel les facteurs niveau d'azote et année ont été pris en compte.

2 / Résultats et discussion

2.1 / Performances d'engraissement des vaches

a) Poids, gain de poids et efficacité alimentaire

Les performances de reprise de poids sont en moyenne significativement plus élevées dans l'essai 2 que dans l'essai 1, respectivement 1324 g et 1067 g/jour (tableau 3). Cet écart peut s'expliquer par le fait que les animaux de l'essai 1 étaient sensiblement plus âgés, plus lourds et plus gras en début de période d'engraissement que ceux de l'essai 2 : respectivement 5,7 ans, 613 kg de poids vif et 1,33 de note d'état pour le premier essai contre 4,7 ans, 589 kg et 1,18 pour le second. De plus, une partie de l'écart est certainement due à la différence de durée d'engraissement (75 jours contre 81 jours).

Comme dans les essais précédents (Dumont *et al* 1991), la reprise de poids est très variable d'un animal à l'autre, de 290 à 2010 g/j pour les valeurs extrêmes (coefficient de variation de 28 à 38 % selon les traitements).

Au cours de l'engraissement, le gain de poids vif semble s'améliorer légèrement avec l'augmentation du niveau azoté (tableau 3, figure 1). A même quantité d'énergie ingérée (comparaison niveaux N, M, H1), il passe de 1068 g/j pour le niveau azoté N à 1317 g/j pour le niveau le plus élevé, pour une durée d'engraissement de 78 jours. Cette différence moyenne de 250 g/j favorable au niveau azoté élevé, n'est cependant pas significative et s'explique surtout par une augmentation du poids du contenu digestif constatée pour chacun des deux essais. En effet, les poids des contenus digestifs à l'abattage (différence entre poids vif final et poids vif vide) sont respectivement de 94, 102 et 112 kg pour les niveaux N, M et H1 (tableau 4). Ces résultats sont en accord avec ceux de Williams *et al* (1975), Ferrell *et al* (1978), Martin *et al* (1978), Steen (1986 et 1988), qui n'observent pas d'amélioration significative du gain de poids avec l'accroissement de la teneur en matières azotées du régime chez des bœufs à l'engraissement.

Pour réaliser ces gains de poids vif les vaches ont consommé en moyenne 12,2 kg de matière sèche par jour. Globalement, à même

Tableau 3. Performances d'engrissement des vaches.

	Moyenne	Année		Niveau azoté				Niveau azoté x Année							
								Essai 1				Essai 2			
		Essai1	Essai2	N	M	H1	H2	N	M	H1	H2	N	M	H1	H2
Effectif (1)	72	36	36	17	20	17	18	9	10	8	9	8	10	9	9
Durée engrissement (j)	78	81 ^a	75 ^b	78	78	78	78	81	81	81	81	74	74	76	75
Poids vif initial (kg)	601	613 ^a	589 ^b	599	603	602	599	615	608	612	615	581	599	593	583
Poids vif final (kg)	693	698	687	681	689	703	697	690	691	702	709	671	687	704	686
Gain de poids vif (g/j)	1196	1067 ^a	1324 ^b	1068	1117	1317	1289	932	1037	1139	1172	1220	1198	1475	1406
MS ingérée (kg/j)	12,2	11,9	12,5	12,3	12,1	11,9	12,6	12,0	11,8	11,6	12,3	12,7	12,5	12,1	12,8
Ensilage de maïs ingéré (kgMS/j)	8,7	8,6	8,8	8,5	8,5	8,5	9,2	8,5	8,4	8,5	9,2	8,6	8,6	8,6	9,3
Energie ingérée (UFL/j)	11,6	11,4	11,8	11,5	11,5	11,5	12,1	11,3	11,2	11,3	11,9	11,7	11,7	11,6	12,2
PDI / UFL (g/j)	126	121	132	86	118	153	148	85	116	146	141	87	120	160	156
Indice de consommation (kg MS totale / kg gain)	10,5	11,4	9,7	11,9	11,0	9,3	9,9	13,1	11,4	10,4	10,6	10,5	10,6	8,3	9,3
Efficacité alimentaire (g gain / UFL ingérée)	102	93	111	92	96	114	105	82	92	101	98	104	100	126	113

⁽¹⁾ Dans chaque essai 4 vaches ont dû être éliminées des résultats pour accident ou gestation avancée.

Pour un même groupe de données, les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes à P<0,05 (minuscules) et P<0,01 (majuscules)

quantité d'énergie ingérée, l'indice de consommation passe de 11,9 kg de MS par kg de gain pour le niveau Normal à 9,3 kg pour le niveau Haut 1. Les consommations des lots M et H1 étant ajustées sur celle du lot N, la variation de l'indice de consommation est entièrement expliquée par les écarts de gain de poids vif. Or ces derniers ne sont pas significativement différents.

A même quantité d'énergie apportée sous forme de concentrés, la quantité de MS d'ensilage de maïs ingérée par les vaches du lot H2, *ad libitum*, est plus élevée que celle du lot N (respectivement 9,2 kg MS/j contre 8,5 kg) (figure 2). L'accroissement du niveau azoté de la ration entraîne donc une ingestion supplémentaire de l'ordre de 0,6 UFL par jour. Cette amélioration de l'ingestion est probablement le résultat d'une augmentation de la digestibilité de la matière organique de la ration, comme l'ont montré de nombreux essais réalisés chez des vaches laitières consommant des rations à base d'ensilage de maïs (Journet *et al* 1983, Rémond 1985) et chez le bouvillon (Horton et Nicholson 1981). Pour la vache laitière, l'accroissement du niveau azoté de la ration de 13 à 16% de MAT peut permettre d'accroître la digestibilité de la matière organique de l'ensilage de maïs de 3 points en moyenne et la quantité de MS ingérée de l'ordre de 1,3 kg en moyenne (Rémond 1985).

De la même manière, on peut supposer que l'accroissement de l'apport azoté à même quantité d'ensilage de maïs ingérée (comparaison niveau N et H1) a permis d'améliorer également la digestibilité de la matière organique de la ration. Or, le poids du contenu digestif du lot H1 est supérieur à celui des lots N et H2. On peut se demander si la stimulation de l'ingestion sous l'effet du niveau azoté élevé n'a

pas entraîné une consommation anormale de la paille de la litière chez les animaux du lot H1, expliquant ainsi les variations du poids du contenu digestif.

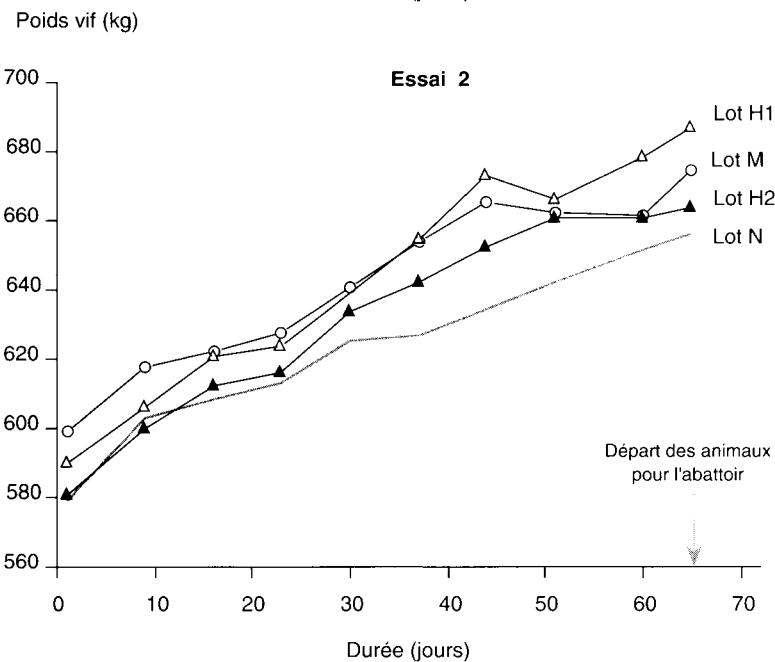
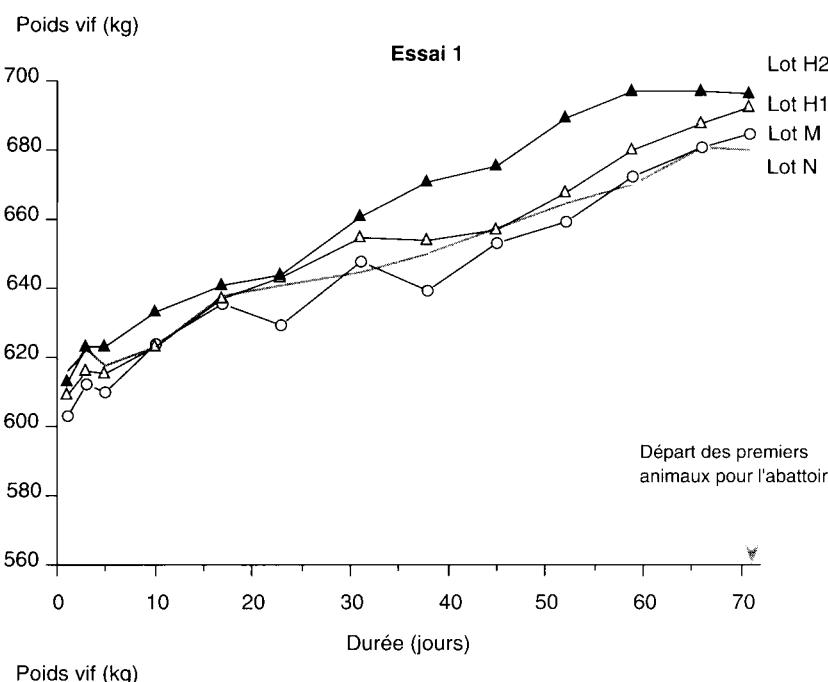
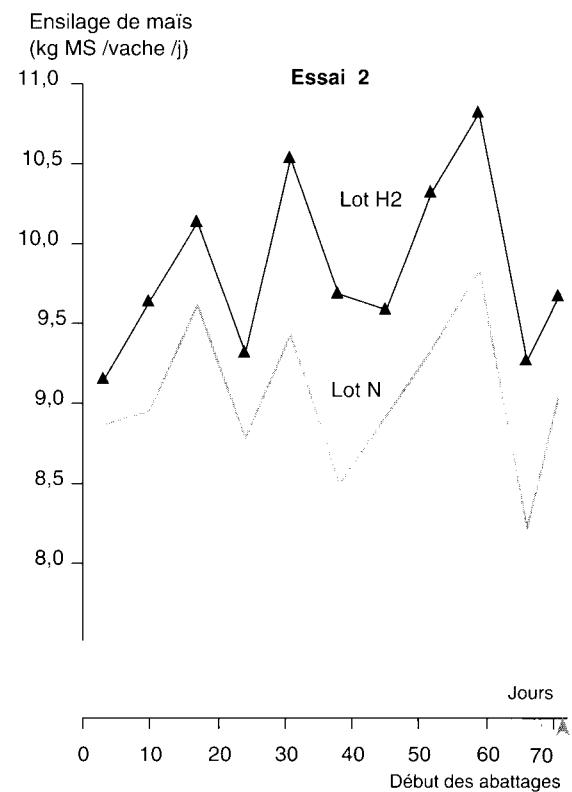
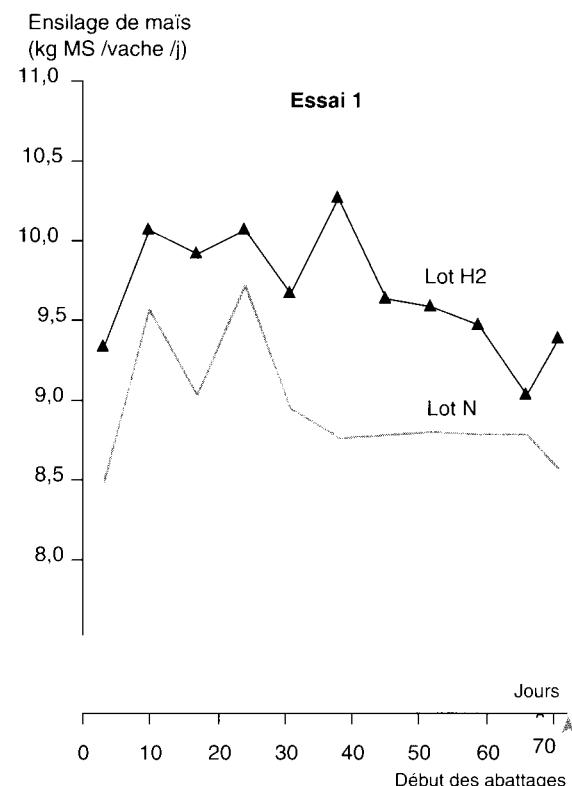
Lorsque l'ensilage de maïs est distribué *ad libitum* (comparaison niveau N et H2), l'énergie supplémentaire ingérée semble améliorer la reprise de poids, bien que l'écart ne soit pas significatif, et ce d'autant plus que l'on ne constate aucune différence de poids de contenu digestif à l'abattage entre les lots N et H2. Cette tendance à l'augmentation de la reprise de poids avec une suralimentation protéique et une augmentation d'énergie ingérée a été mise en évidence par Anderson *et al* (1988), Lemenager *et al* (1981), Horton et Nicholson (1981), Haskins *et al* (1967), Mader *et al* (1989).

A même énergie ingérée, le gain de poids vif n'augmente pas significativement avec l'apport azoté.

b) Résultats d'abattage

- D'une manière globale les résultats de composition tissulaire des carcasses sont proches de ceux enregistrés dans les essais précédents (Dumont *et al* 1991). Cependant l'état d'adiposité final des carcasses est légèrement plus élevé et s'explique par une durée moyenne d'engraissement vraisemblablement trop longue pour ce type d'animal compte tenu des régimes utilisés.

- L'augmentation du niveau azoté de la ration à même quantité d'énergie ingérée n'a pas d'effet significatif sur le poids de carcasse chaude qui varie de 376 à 382 kg (tableau 4). Les écarts de poids vif à l'abattage et de gain de poids vif non significatifs mais plutôt favorables au niveau azoté élevé (H1) constatés précédemment ne se retrouvent pas au niveau du poids de carcasse ; ils correspondent donc bien en partie à une augmentation du poids du

Figure 1. Evolution du poids vif moyen par lot.**Figure 2.** Evolution de la consommation d'ensilage de maïs H_2 et N .

L'accroissement du niveau azoté de la ration entraîne une augmentation du niveau d'ingestion, de 0,7 kg MS/j en moyenne.

contenu digestif. La composition tissulaire des carcasses ne varie pas significativement selon le niveau azoté. A même quantité d'énergie ingérée, le poids et le pourcentage de muscles dans la carcasse ont toutefois tendance à s'accroître du niveau N au niveau H1, alors que l'état d'engraissement, apprécié par le poids et la proportion de tissus adipeux de la carcasse diminue légèrement. Cet effet est beaucoup plus marqué au niveau des dépôts adipeux du 5ème quartier qui diminuent significativement ($P < 0,01$) avec l'augmentation du niveau azoté.

Ces résultats vont dans le même sens que ceux de Bailey (1989), Mader *et al* (1989) et Micol *et al* (1989 comm. pers.), qui ont montré qu'une suralimentation protéique de boeufs de différents génotypes en période de finition diminue les dépôts adipeux dans la carcasse.

En fait, un excès de protéines dans la ration n'a sans doute pas la même importance selon le type d'animal. On peut supposer que chez des mâles castrés de moins de 2 ans n'ayant pas encore atteint le stade adulte, une suralimentation protéique peut freiner le développement des tissus adipeux. En revanche, chez

des vaches de réforme plus âgées dont la part des tissus adipeux déposés en début d'engraissement est vraisemblablement plus importante, la réponse à une augmentation du niveau protéique de la ration n'est pas aussi marquée, comme le confirment Malterre *et al* (1989) et Haurez *et al* (1992).

- Pour le niveau azoté le plus élevé, l'ingestion supplémentaire d'énergie par le lot H2 a tendance à accroître le poids vif vide des animaux à l'abattage. Cette amélioration est sans effet sur le poids de carcasse suite à une dégradation significative du rendement à l'abattage (63,0 % pour H2 versus 64,7 pour H1). Cette diminution du rendement est liée à un accroissement significatif des dépôts adipeux du 5ème quartier (24,8 kg pour H2 vs 21,0 pour H1). Cet engrissement excessif apparaît également au niveau de la composition tissulaire des carcasses : respectivement 20,4 % de tissu adipeux et 63,6 % de tissu musculaire pour H2 contre 19,3 et 65,1 pour H1. Ces résultats sont en accord avec ceux de Haskins *et al* (1967), Williams *et al* (1975), Horton et Nicholson (1981) et Mader *et al* (1989) obtenus sur des bouvillons Holstein, Hereford et croisés Simmental x Hereford et Charolais x Hereford qui ont observé la même tendance à l'augmentation des dépôts adipeux liée essentiellement à une amélioration de l'ingestion avec des niveaux azotés supérieurs aux recommandations. Cet effet s'explique à la fois par l'augmentation des quantités d'énergie ingérées et probablement par l'utilisation par l'organisme des protéines alimentaires excédentaires à des fins énergétiques.

- Le gain de carcasse et sa composition ont été estimés en moyenne et par lot en comparant les résultats d'abattage des vaches maigres en début d'expérience et des vaches engrangées (tableau 4). Sur l'ensemble des deux essais, en faisant l'hypothèse que la quantité d'os est identique et ne varie pas entre lots, le gain de carcasse se situe en moyenne à 64 kg pour les niveaux N et M et à 70 kg pour les niveaux H1 et H2. La composition de ce gain de carcasse, estimée à partir de la dissection de la 6^e côte, a tendance à s'améliorer avec l'augmentation du niveau azoté de la ration. La proportion de muscle dans le gain de carcasse augmente, en passant de 33 % pour le niveau N à 41 % pour le niveau H1 (figure 3). En revanche, avec des niveaux d'apports azotés élevés, la consommation supplémentaire d'énergie (H2) se traduit par une proportion de gras dans le gain de carcasse plus élevée (66 % pour H2 vs 59 % pour H1) comme nous l'avions déjà constaté au niveau des dépôts adipeux.

2.2 / Caractéristiques physico-chimiques musculaires

Les pH ultimes mesurés 6 jours après abattage sur viande broyée sont normaux : 5,60 en moyenne pour le muscle longissimus du thorax et 5,64 pour le muscle rhomboïde thoracique (tableau 5). Les valeurs des pH des deux muscles étudiés sont partiellement liées puisque le coefficient de corrélation linéaire calculé sur l'ensemble des 72 animaux engrangés est égal à 0,76. Les pH moyens obtenus au

Les écarts de poids vif à l'abattage et de gain de poids vif ne sont pas significatifs mais plutôt favorables au niveau azoté élevé.

Tableau 4. Résultats d'abattage et composition tissulaire de la carcasse.

	Anx maigres		Moyenne générale	Année		Niveau azoté				Niveau azoté x Année				Niveau azoté x Année			
	Essai1	Essai2		Essai1	Essai2	N	M	H1	H2	Essai 1	N	M	H1	H2	Essai 2	N	M
Poids vif final (kg)	565	560	693	698	687	681	689	703	697	690	691	702	709	671	687	704	686
Poids vif vide (kg)	470	466	591	600	582	587	587	591	601	598	592	597	616	575	582	585	586
Poids de carcasse chaude (kg)	305	305	379	378	379	376	377	382	379	377	375	379	383	376	380	386	374
Poids de carcasse froide (kg)	295	300	370	370	371	368	369	373	371	369	366	369	376	368	371	377	367
Rendement vrai (%)*)	64,7	65,5	64,0	63,0 ^A	65,0 ^B	64,2 ^a	64,2 ^a	64,7 ^a	63,0 ^b	63,1	63,3	63,4	62,3	65,3	65,1	65,9	63,8
Rendement commercial (%)*)	52,3	53,5	53,5	53,1	54,0	54,1	53,5	53,2	53,3	53,5	53,0	52,7	53,1	54,7	54,1	53,7	53,5
Composition de la carcasse																	
Muscles (kg)	218	214	245	242	247	242	246	249	241	238	245	242	243	246	247	256	239
Gras (kg)	31	30	74	77	72	76 ^b	71 ^b	73 ^{ab}	78 ^a	79	70	77	81	72	72	70	75
Os (kg)	55	61	59	59	60	59	60	59	60	60	59	59	59	58	61	59	60
Muscles (%)	71,7	70,2	64,6	64,0	65,1	64,2 ^{ab}	65,2 ^a	65,1 ^a	63,6 ^b	63,1	65,5	63,8	63,4	65,5	64,9	66,3	63,9
Gras (%)	10,3	9,6	19,7	20,3	19,1	20,1 ^{ab}	18,8 ^b	19,3 ^{ab}	20,4 ^a	21,0	18,7	20,4	21,1	19,1	19,0	18,2	20,0
Os (%)	18,0	20,2	15,7	15,7	15,8	15,7	16,0	15,6	15,8	15,9	15,8	15,7	15,5	15,4	16,1	15,4	16,1
Dépôts adipeux du 5^e quartier																	
- kg	8,5	8,1	22,8	24,1	21,4	24,3 ^A	21,1 ^B	21,0 ^B	24,8 ^A	26,3	21,6	22,6	26,1	22,0	20,6	19,6	23,5
- % du poids vif vide	1,80	1,75	3,84	4,02	3,67	4,12 ^A	3,60 ^B	3,60 ^B	4,12 ^A	4,39	3,65	3,81	4,22	3,81	3,55	3,33	4,01

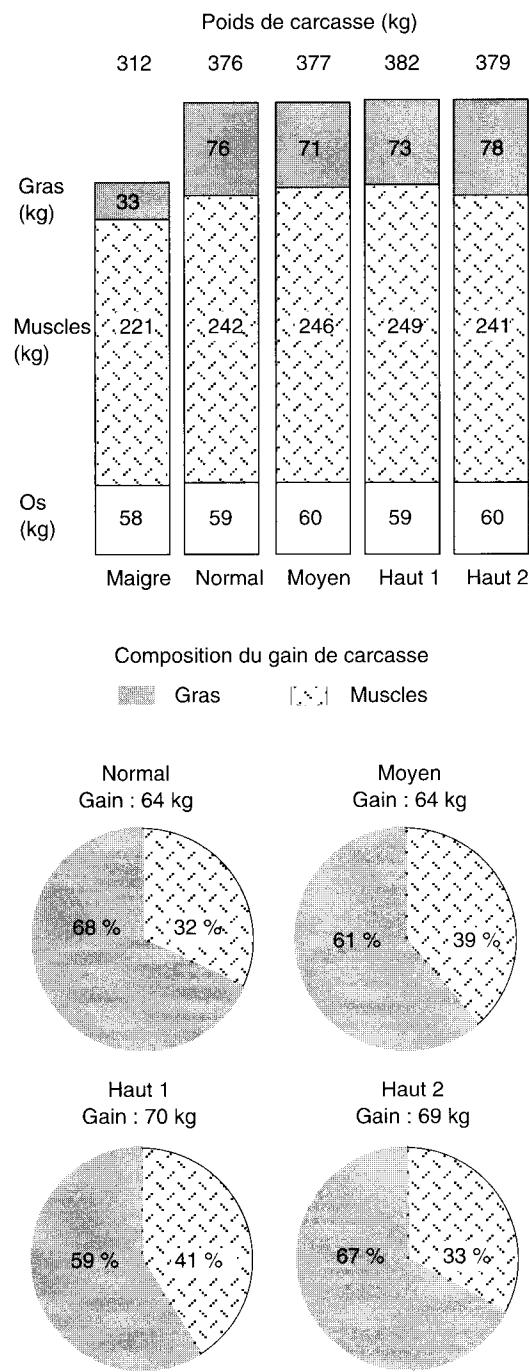
Le modèle d'analyse de variance prend en compte les covariables : âge, note d'état d'engraissement et poids vif à la mise en lot.

Pour un même groupe de données, les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes à P<0,05 (minuscules) et P<0,01 (majuscules)

* Rendement vrai = Poids de carcasse chaude/Poids vif vide

Rendement commercial = Poids de carcasse froide/Poids vif.

Figure 3. Composition de la carcasse et du gain de carcasse.



Parmi les mesures physico-chimiques réalisées dans ces deux essais, les teneurs en lipides intramusculaires sont celles qui présentent la plus grande variabilité : le coefficient de variation calculé sur la population des animaux engrangés ($n = 72$) atteint 32%.

La période de finition d'une durée moyenne de 78 jours qui fait passer la proportion de tissu adipeux de la carcasse de 10 % chez les vaches maigres à 19,7 % chez les vaches engrangées accroît en moyenne la teneur en lipides intramusculaires de 2,60 à 4,03 % pour le muscle longissimus du thorax et de 3,14 à 4,35 % pour le muscle rhomboïde thoracique.

Par rapport à l'essai 1, les animaux de l'essai 2, plus maigres à la mise en lot, plus jeunes, dont la durée d'engraissement a été réduite de 6 jours et qui ont déposé moins de tissu adipeux dans la carcasse et le 5ème quartier (tableau 4), ont une teneur en lipides intramusculaires significativement plus faible de 0,6 point pour le muscle longissimus du thorax. Par ailleurs, l'accroissement du niveau azoté de la ration à même quantité d'énergie ingérée (comparaison des lots N, M et H1) n'a pas d'effet significatif sur les teneurs en lipides intramusculaires des deux muscles étudiés alors qu'il entraîne une diminution significative de l'état d'engraissement des vaches apprécié par les dépôts adipeux du 5ème quartier.

Une suralimentation protéique peut permettre dans certains cas de réduire à la fois l'état d'engraissement des carcasses et les teneurs en lipides totaux intramusculaires comme l'ont montré Bailey (1989) et Berge *et al* (1990) chez des bouvillons. Un tel effet est vraisemblablement plus difficile à mettre en évidence chez des animaux adultes ou plus âgés. Ainsi Haurez *et al* (1992) n'observent pas de différence significative des teneurs en lipides intramusculaires chez des vaches de réforme de race Charolaise recevant deux niveaux d'apports azotés dans la ration (90 ou 120 g de PDI/UF).

Les mesures des forces de cisaillement avant et après chauffage de la viande et les déterminations des teneurs en collagène total donnent en l'absence d'analyse sensorielle des indications sur l'évolution de la tendreté. Ces deux variables sont partiellement liées puisque le coefficient de corrélation linéaire entre la force de cisaillement sur viande crue et la teneur en collagène total du muscle longissimus du thorax est égal à 0,52.

Chez les animaux abattus maigres, la force de cisaillement mesurée sur viande crue est toujours plus élevée (écart non testé statistiquement) que celle obtenue chez les animaux engrangés, ce qui va dans le même sens que les observations antérieures sur le même type d'animal (Dumont *et al* 1991).

Chez les animaux engrangés, les forces de cisaillement mesurées sur le muscle longissimus du thorax avant et après chauffage et sur le muscle rhomboïde thoracique sont en moyenne significativement plus faibles dans l'essai 2 que dans l'essai 1. Cette diminution

Le gain de carcasse varie de 64 à 70 kg. La part de muscle dans le gain augmente avec le niveau azoté : de 33 % pour le niveau N à 41 % pour le niveau H1.

cours du 2ème essai sont en moyenne significativement plus élevés que ceux du 1er essai. Cet accroissement peut être à l'origine de la diminution significative d'une part de la perte d'eau à la pression et d'autre part de la perte de poids à la cuisson observées pour le muscle longissimus du thorax, ce qui signifie une augmentation du pouvoir de rétention d'eau de la viande.

Tableau 5. Caractéristiques physico-chimiques des muscles *Longissimus du thorax* et *Rhomboïde thoracique*.

	Animaux maigres	Moyenne générale	Année		Niveau azoté				Niveau azoté x Année				Niveau azoté x Année			
			Essai 1	Essai 2	N	M	H1	H2	N	M	H1	H2	N	M	H1	H2
Effectif	10	72	36	36	17	20	17	18	9	10	8	9	8	10	9	9
Longissimus du thorax																
pH	5,54	5,60	5,53 ^a	5,67 ^b	5,58	5,61	5,59	5,62	5,53	5,53	5,56	5,52	5,63	5,69	5,63	5,72
Pertes d'eau à la pression (%)	17,1	17,3	18,0 ^a	16,6 ^b	16,9	17,9	17,3	17,0	16,8	18,7	17,3	18,9	17,0	17,1	17,3	15,2
Pertes de poids à la cuisson (%)	14,3	13,2	14,0 ^a	12,5 ^b	12,9	14,0	13,1	12,8	13,3	15,4	13,9	13,2	12,5	12,6	12,4	12,4
Lipides totaux (%)	2,60	4,03	4,35 ^a	3,71 ^b	3,90	4,05	3,90	4,26	4,07	4,64	4,31	4,36	3,70	3,47	3,54	4,17
Force de cisaillement (daN)																
- viande crue	1,84	1,44	1,54 ^a	1,34 ^b	1,38	1,43	1,49	1,46	1,53	1,52	1,60	1,53	1,22	1,35	1,39	1,39
- viande cuite	2,73	2,75	3,08 ^a	2,42 ^b	2,52	2,95	2,69	2,79	2,88	3,36	3,06	2,97	2,12	2,54	2,35	2,61
Collagène total (mg/g)	4,2	4,0	4,0	3,9	3,9	3,9	4,0	4,0	4,0	4,1	4,1	4,0	3,8	3,9	3,9	4,0
Fer héminique ($\mu\text{g/g}$)	17,4	17,7	18,6 ^a	16,8 ^b	18,2	17,7	16,7	18,1	19,3	18,5	17,5	18,9	17,0	16,9	16,0	17,3
Rhomboïde thoracique																
pH	5,54	5,64	5,59 ^a	5,69 ^b	5,65	5,65	5,62	5,64	5,60	5,60	5,60	5,56	5,70	5,70	5,65	5,72
Pertes d'eau à la pression (%)	15,1	16,6	16,3	17,0	16,4	16,7	16,4	17,0	16,5	16,3	15,4	16,8	16,2	17,1	17,4	17,1
Pertes de poids à la cuisson (%)	10,4	10,6	11,1	10,0	10,1	10,6	11,2	10,4	10,3	11,5	11,9	10,9	9,8	9,8	10,7	9,9
Lipides totaux (%)	3,14	4,35	4,44	4,26	4,15	4,30	4,08	4,84	3,83	4,54	4,63	4,76	4,51	4,07	3,60	4,93
Force de cisaillement (daN)																
- viande crue	4,02	3,28	3,35	3,21	3,27	3,38	3,18	3,27	3,42	3,34	3,38	3,27	3,11	3,42	3,00	3,27
- viande cuite ⁽¹⁾	3,89	3,73	3,85 ^a	3,61 ^b	3,77	3,70	3,65	3,80	4,04	3,80	3,82	3,73	3,47	3,59	3,49	3,87
Fer héminique ($\mu\text{g/g}$)	20,9	20,1	21,0 ^a	19,2 ^b	20,7	20,5	18,8	20,3	21,6	21,5	19,9	21,0	19,6	19,6	17,9	19,7

Pour un même groupe de données, les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes à $P<0,05$ (minuscules) et $P<0,01$ (majuscules)

⁽¹⁾ Modèle d'analyse de variance avec covariable "température de cuisson".

des valeurs de cisaillement favorable à la tendreté peut avoir en partie pour origine la différence d'âge des animaux à l'abattage (4 ans et demi pour l'essai 2 contre 5 ans et demi pour l'essai 1).

La suralimentation protéique ne modifie pas significativement les valeurs de cisaillement et la teneur en collagène total pour les deux muscles étudiés et il est ainsi probable qu'elle n'entraîne pas d'accroissement sensible de la tendreté de la viande. C'est ce que montrent également Prior *et al* (1977) qui n'obtiennent pas d'amélioration de la tendreté de la viande avec les niveaux protéiques élevés tout en observant cependant un accroissement de la force de cisaillement.

La teneur en fer héminique est significativement plus faible dans l'essai 2 pour les deux muscles étudiés. Cet écart peut être sans doute relié comme pour les forces de cisaillement à la différence d'âge des animaux. Le niveau azoté des rations n'a pas d'effet significatif sur les teneurs en fer héminique.

Conclusion

Un apport supplémentaire de tourteau de soja (+ 2,4 kg/j) à des vaches de réforme de race Charolaise consommant une ration à base d'en-

silage de maïs n'améliore pas significativement les performances des animaux.

L'élévation du niveau azoté, à même quantité d'énergie ingérée ne se traduit pas par des gains de poids vif et de poids vif vide plus élevés. Ainsi les poids de carcasse obtenus sont semblables et les gains de carcasse par rapport aux animaux abattus maigres assez voisins. L'état d'engraissement des animaux tend à diminuer avec l'augmentation du niveau azoté.

La suralimentation protéique ne modifie pas significativement les teneurs intramusculaires en lipides et collagène, ainsi que les caractéristiques de cisaillement, de couleur et de rétention d'eau.

Avec des rations à niveau azoté élevé, le fait de distribuer l'ensilage de maïs *ad libitum* permet d'augmenter la quantité totale de matière sèche ingérée d'environ 0,7 kg, soit 0,6 UFL supplémentaire par jour. Cette augmentation d'énergie ingérée explique la tendance à l'amélioration des gains de poids vif et de poids vif vide. Mais cette différence ne permet pas d'obtenir un gain de carcasse plus élevé à la suite d'une baisse du rendement vrai qui peut s'expliquer par un développement plus important des dépôts adipeux dans le 5ème quartier. Cet engrangement plus élevé que l'on constate également dans la carcasse se traduit ainsi par un gain de muscle plus faible.

Une suralimentation protéique ne modifie pas les caractéristiques de qualité de la viande.

Au terme de ces deux essais, il apparaît que le niveau des apports alimentaires recommandés par l'INRA en 1988 permet d'obtenir des performances d'engraissement et des résultats d'abattage corrects tout en limitant le coût de la ration et l'importance des rejets azotés.

La distribution de quantités élevées de tourteau avec des régimes à base d'ensilage de maïs à des vaches de réforme à l'engraissement, pratique que l'on rencontre dans certains élevages, ne semble pas vraiment justifiée pour une finition correcte des animaux et l'obtention de carcasses de bonne qualité. Toutefois, elle peut vraisemblablement permettre, à condition de limiter l'apport énergétique total de la ration, de réduire l'état d'engraissement de certains animaux et ainsi d'améliorer la qualité des carcasses. En revanche, pour ce type d'animal adulte avec une durée d'engraissement courte, il paraît illusoire d'utiliser ce moyen pour modifier les propriétés organoleptiques de la viande.

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. DESGOUILLES, F. FAURIE et B. GUERIN, techniciens au Laboratoire de la Chaire de Zootechnie de l'ENSSAA de Dijon ; V. ALLARD et M.J. KEMPF pour les travaux de secrétariat et de dactylographie ; S. AUBLIN (élève de l'ENITA de Dijon) et B. MANGEOL (élève de l'ENSSAA de Dijon) qui ont réalisé leur mémoire d'études dans le cadre de ce programme ; G. CUYLLE, R. JAILLER et Y. VANTOMME du Laboratoire Croissance et Métabolismes des Herbivores de l'INRA de Theix dont l'aide a toujours été précieuse et déterminante.

Enfin, il faut remercier plus particulièrement D. CONTOUR, technicien au Domaine INRA d'Epoisses qui a assuré le suivi journalier de ces essais.

Références bibliographiques

- AFNOR, 1987. Viandes et produits à base de viande. Détermination de la teneur en L(-) hydroxyproline (méthode de référence). Norme V 04-415.
- Agabriel J., Giraud J.M., Petit M., 1986. Détermination et utilisation de la note d'engraissement en élevage allaitant. Bull. Techn. CRZV Theix INRA, 66, 43-50.
- Anderson P.T., Bergen W.G., Merkel R.A., Hawkins D.R., 1988. The effects of dietary crude protein level on rate, efficiency and composition of gain of growing beef bulls. J. Anim. Sci., 66, 1990-1996.
- Bailey C.B., 1989. Carcass composition of steers given hay, hay supplemented with ruminal undegradable protein, or concentrate. Can. J. Anim. Sci., 69, 905-909.
- Béranger C., Malterre C., 1968. Influence d'un stéroïde triénique à activité anabolisante sur l'engraissement de vaches taries. Compte rendu des séances de la Société de Biologie. Tome 162 (5-6), 1157-1164.
- Béranger C., Negrin M., Malterre C., 1970. Evolution du gain de poids vif et de l'état d'engraissement des vaches taries au pâturage. Ann. Zootech., 19, 53-66.
- Berge Ph., Culjoli J., Renerre M., Touraille C., Micol D., Geay Y., Fournier R., Dominguez B., 1990. Effet d'une suralimentation protéique sur la qualité de la viande de bœuf. Viandes et produits carnés, 11, 245-246.
- Cadot M., Joulié A., Rivoisy G., 1988. Essais de réduction de l'état d'engraissement - taurillons charolais alimentés avec du maïs ensilé. Essai n° 88115 - Les Etablissements n° 26 - I.T.E.B.-EDE Vendée, 28 pages.
- Campbell R.G., 1988. Nutritional constraints to lean tissue accretion in farm animals. Nutrition Research Reviews, 1, 233-253.
- 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.
- Dumont R., Roux M., Agabriel J., Touraille C., Bonnemaire J., Malterre C., Robelin 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, 271-286.
- Epley R.J., Hedrick H.B., Mies W.L., Preston R.L., Krause G.F., Thompson G.B., 1971. Effects of digestible protein to digestible energy ratio diets on quantitative and qualitative carcass composition of beef. J. Anim. Sci. 33, 355-361.
- Ferrell C.L., Kohlmeier R.H., Crouse J.D., Hudson Glimp, 1978. Influence of dietary energy, protein and biological type of steer upon rate of gain and carcass characteristics. J. Anim. Sci. 46, 255-270.
- 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.
- 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. Zootech., 12, 125-132.

- Haurez P., Joulié A., Rivoisy G., 1992. Engraissement des vaches de réforme charolaises. Comparaison de deux niveaux de complémentation en tourteau de lin. Compte rendu d'essai. Etablissements VR 41 n° 92063. Institut de l'Elevage, Paris, 23 pages.
- Haskins B.R., Wise M.B., Craig H.B., Barrick E.R., 1967. Effects of protein levels, sources of protein and an antibiotic on performance carcass characteristics, rumen environment and liver abscesses of steers fed all-concentrate rations. *J. Anim. Sci.*, 26, 430-434.
- Henry Y., 1985. Dietary factors involved in feed intake regulation in growing pigs : a review. *Livest. Prod. Sci.*, 12, 339-354.
- Henry Y., 1990. Influence des taux de protéines et de lysine du régime sur l'ingestion alimentaire, les performances de croissance et la composition corporelle chez le porc en finition. *Journées Rech. Porcine en France*, 22, 193-200.
- 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.
- Horton G.M.J., Nicholson H.H., 1981. Nitrogen sources for growing cattle fed barley and either wheat straw or dehydrated alfalfa. *J. Anim. Sci.*, 52, 1143-1149.
- INRA, 1988. L'alimentation des bovins, ovins et caprins. Ouvrage collectif dirigé par R. Jarrige. INRA, Paris, 471 pages.
- ITEB-EDE, 1990. Engraissement à l'auge de vaches de réforme Montbéliardes. Comparaison de différents régimes de finition (Bandes 2, 3 et 4). Compte-rendu d'expérimentation à Confrançon (Ain). Institut de l'Elevage, Paris, 8 pages.
- 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.
- Journet M., Faverdin P., Rémond B., Vérité R., 1983. Niveau et qualité des apports azotés en début de lactation. *Bull. Tech. CRZV Theix*, INRA, 51, 7-17.
- Lemenager R.P., Martin T.G., Stewart T.S., Perry T.W., 1981. Daily gain, feed efficiency and carcass traits of bulls as affected by early and late dietary protein levels. *J. Anim. Sci.*, 53, 26-32.
- Mader T.L., Turgeon O.A., Klopferstein T.J., Brink D.R., Oltjen R.R., 1989. Effects of previous nutrition, feedlot regimen and protein level on feedlot performance of beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 67, 318-328.
- Malterre C., 1972. Peut-on améliorer l'engraissement des 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., Robelin J., Agabriel J., Bordes P., 1989. Engraissement des vaches de réforme de race Limousine. *INRA Prod. Anim.*, 2, 325-334.
- Mangeol B., 1989. Engraissement des vaches de réforme Charolaises. Mémoire d'études ENSSAA Dijon, 64 pages + annexes.
- Martin T.G., Perry T.W., Beeson W.M., Mohler M.T., 1978. Protein levels for bulls : comparison of three continuous dietary levels on growth and carcass traits. *J. Anim. Sci.*, 47, 29-33.
- 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.
- Prior R.L., Kohlmeyer R.H., Cundiff L.V., Dikeman M.E., Crouse J.D., 1977. Influence of dietary energy and protein on growth and carcass composition in different biological types of cattle. *J. Anim. Sci.*, 45, 132-146.
- Rémond B., 1985 - Influence de l'alimentation sur la composition du lait de vache. 2. Taux protéique : facteurs généraux. *Bull. Tech. CRZV Theix*, INRA, 62, 53-67.
- Robelin J., Agabriel J., 1986. Estimation de l'état d'engraissement des bovins vivants à partir de la taille des cellules adipeuses. *Bull. Tech. CRZV Theix*, INRA, 66, 37-41.
- Salé P., 1971. Evolution de quelques propriétés mécaniques du muscle pendant la maturation. *Bull. Techn. CRZV Theix* INRA, 6, 35-44.
- Steen R.W.J., 1986. Effects of protein supplementation of silage-based diets on the intake, performance and carcass composition of finishing beef cattle. *Anim. Prod.*, 42, 439 (abs n°21).
- Steen R.W.J., 1988. The effect of implantation with hormonal growth promoters on the response in the performance of beef cattle to protein supplementation of a silage-based diet. *Anim. Prod.*, 47, 21-28.
- 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 and dietary energy level on rate, efficiency and composition of gains. *J. Anim. Sci.*, 48, 913-918.
- Williams D.B., Vetter R.L., Burroughs W., Topel D.G., 1975. Dairy beef production as influenced by sex, protein level and diethylstilbestrol. *J. Anim. Sci.*, 41, 1532-1541.

Summary

Effects of dietary protein level on fattening of cull Charolais cows

Two experiments involving 82 cows have been carried out to evaluate the effects of dietary protein level for finishing cull Charolais cows. The objectives of these studies were to determine the effects of providing supplementary protein in the form of soybean meal to cull cows fed maize silage. The daily gain, feed efficiency, carcass traits, composition of gain and physical and chemical characteristics of longissimus dorsi and rhomboideus thoracis muscles were evaluated.

In each trial, forty-one thin, non-pregnant cows averaging 5 years old were divided into five groups according to body condition, age and live weight. A group of five cows were slaughtered prior to the feeding trial in order to determine initial carcass composition. Three groups (N = normal, M = medium, H1 = high) received diets containing 90, 120, 160 g of PDI per UFL. Maize silage was offered ad libitum to N and the intake of groups N and H1 was adjusted on the intake of M to make the three diets iso-energetic. The fourth group (H2) was offered maize silage ad libitum, supplemented with 160 g of PDI per UFL like H1 to evaluate the effect of high level protein on silage intake.

The cows of group N were slaughtered at an optimal body condition visually estimated (score 3,5 out of 5) and the other three groups at the same average length of feeding time as group 1 (81 days for trial 1 and 75 days for trial 2).

With the similar energy intake (N, M, H1) live-weight gains were not significantly increased by the protein concentration of the diet (1320 g/d for H1 vs 1070 g/d for N) and the carcass weights did not differ (376 kg and 382 kg for groups N et H1 respectively). The proportion of fat in the carcass and the internal fat tended to decrease with the higher protein level. Meat characteristics as shear measurements, water holding and lipid, collagen, iron pigment contents were not influenced by protein level in the diet.

When maize silage was fed ad libitum with the higher protein level, daily silage dry matter intakes increased by 0,7 kg (0,6 UFL). This increasing energy intake resulted in positive but not significant weight gain response and in an increase of fat in the carcass and in the fifth quarter.

ROUX M., DUMONT Rolande, AGABRIEL J., BONNE-MAIRE J., MICOL D. 1993. Engrasement des vaches de réforme de race Charolaise. Effet d'une suralimentation protéique sur les performances d'engrassement et les caractéristiques physico-chimiques musculaires. INRA Prod. Anim., 6 (3), 237 - 248 .