

Influence de la croissance compensatrice sur la composition corporelle et les caractéristiques musculaires de génisses Salers

T. HOCH (1), Ph. PRADEL (2), C. BEGON (1), R. JAILLER (1), C. JURIE (1), B. PICARD (1), A. LISTRAT (1), S. CLUZEL (1), J. AGABRIEL (1)

(1) INRA, Unité de Recherche sur les Herbivores, 63122 Saint-Genès-Champanelle

(2) INRA, Domaine de Marcenat, 15190 Marcenat

RESUME – L'influence d'une conduite en croissance discontinue sur la composition corporelle et les caractéristiques musculaires de bovins a été étudiée pendant deux années d'expérience sur des génisses de race Salers. Des génisses en croissance discontinue (lot D) ont été comparées avec des animaux en croissance continue (lot C), en distribuant des foin différents en hiver et en alimentant les animaux avec un bon foin identique en été. Les courbes de croissance du lot D sont caractéristiques d'une alternance de phases de restriction et de ré-alimentation, avec une compensation estivale forte. L'augmentation de l'ingestion en début de période estivale, pour les animaux du lot D, participe pour une large part à l'augmentation de la croissance des animaux. En fin d'expérience, les compositions, tissulaire et chimique, des génisses varient très peu entre les deux lots d'animaux, abattus à même poids vif. Il en est de même pour les caractéristiques des muscles. Pratiquer des cycles de restriction et de ré-alimentation peut être un moyen d'économiser du fourrage en période hivernale sans pénaliser outre mesure la croissance des animaux.

Influence of compensatory growth on body composition and muscle characteristics of Salers heifers

T. HOCH (1), Ph. PRADEL (2), C. BEGON (1), R. JAILLER (1), C. JURIE (1), B. PICARD (1), A. LISTRAT (1), S. CLUZEL (1), J. AGABRIEL (1)

(1) INRA, Unité de Recherche sur les Herbivores, 63122 Saint-Genès-Champanelle

(2) INRA, Domaine de Marcenat, 15190 Marcenat

ABSTRACT – The influence of a discontinuous growth on beef cattle body composition and muscle characteristics has been studied during a two year experiment with Salers heifers. Discontinuously growing heifers (group D) have been compared with continuously growing animals (group C). Each group received a distinct hay in winter and were fed the same good hay during the summer period. Growth curves for group D are typical of alternating restriction and re-feeding phases, with a strong compensation during summer. The increase of intake by previously restricted animals, at the beginning of the summer period, is largely involved in the growth increase. At the end of the experiment, tissue and chemical compositions of the heifers does not vary much between the two groups of animals, slaughtered at the same live weight. Restriction and re-feeding cycles may be a way to save forages during winter without penalizing much animal growth.

INTRODUCTION

En zone herbagère, il est souvent économiquement intéressant de restreindre l'alimentation des animaux d'élevage pendant la période hivernale, pour favoriser la croissance compensatrice au pâturage. Les lois de variation des apports énergétiques sur la composition corporelle de bovins sont globalement connues (Robelin, 1986). On considère généralement qu'une restriction suivie de compensation amène à même âge à moins de lipides dans le corps (Poids Vif Vide) pour une masse maigre peu modifiée. Ceci est d'autant plus vrai que les animaux sont jeunes et que les races sont précoces. Mais ces effets ont été plutôt observés sur des durées limitées (une phase de restriction suivie d'engraissement) et peu sur la totalité de la courbe de croissance (deux hivers et deux étés). Rarement les compartiments carcasse et viscères ont été simultanément mesurés pour des niveaux d'énergie connus, notamment pendant la réalimentation qui se déroule souvent au pâturage.

Les caractéristiques musculaires (proportions des différents types de fibres, surface, activité enzymatique et collagène) peuvent être également modifiées par des rythmes différents de croissance (Cassar-Malek *et al.*, 2001).

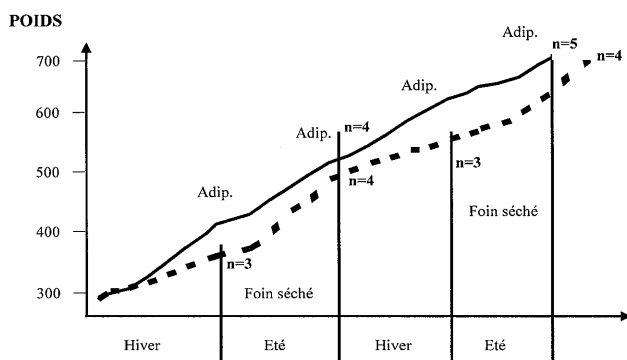
Cette expérience vise à étudier les répercussions de deux itinéraires de conduite sur la croissance et les caractéristiques musculaires de génisses Salers pendant deux années. Une originalité supplémentaire de ce travail repose sur le suivi permanent de l'ingestion et des apports énergétiques.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. CONDUITE DES ANIMAUX (FIGURE 1)

Cette expérimentation s'est déroulée sur le domaine INRA de Marcenat (Cantal) où 23 génisses de race Salers ont été conduites entre 8 et 34 mois en deux lots, l'un en croissance discontinue (lot D, $n=14$), l'autre en croissance continue (lot C, $n=9$). Les génisses des deux lots ont toujours été alimentées individuellement à volonté avec du foin. En hiver, un foin grossier (moyennes DMO=56,8 % ; MAT=79 ; CB=341) était distribué aux animaux du lot D et un foin de bonne qualité au lot C (moy. DMO=65,1 % ; MAT=142 ; CB=284). En été, un foin séché en grange, de très bonne ingestibilité (moy. DMO=68 % ; MAT=147 ; CB=272) était distribué aux deux lots de façon à mimer au mieux la conduite au pâturage.

Figure 1
Conduite des animaux : évolution du poids vif.
Les chiffres correspondent au nombre d'animaux abattus.



Cette distribution de foin à l'auge a permis de contrôler l'alimentation estivale, afin d'estimer la part de la compensation qui était le résultat de l'augmentation des quantités ingérées de celle qui était liée à la modification de l'efficacité du dépôt.

Afin de comprendre l'influence de l'alternance de phases de restriction et de réalimentation sur la composition corporelle des animaux, nous avons abattu régulièrement des génisses du lot D. Les abattages d'animaux représentatifs avaient lieu tous les 6 mois en fin de période de croissance réduite ou de compensation (à 15, 21, 27 et 33 mois d'âge). Afin de comparer la composition corporelle des deux lots, des abattages de génisses du lot C ont été réalisés après chaque période de com-

pensation (fin d'été 2000 et 2001 à 21 et 33 mois). En fin d'expérience, les derniers abattages ont eu lieu à même poids, ceux du lot C avant ceux du lot D.

1.2. MESURES REALISEES

Les animaux ont été pesés chaque semaine, les quantités ingérées ont été évaluées 4 jours par semaine pour chaque individu.

La mesure de la note d'état a été réalisée chaque mois selon une grille variant de 0 à 5. Une biopsie du tissu adipeux sous-cutané a été faite en fin de chaque période hivernale ou estivale pour estimer la taille des adipocytes.

A l'abattage, les rendements ont été mesurés, les différents tissus du 5^{ème} quartier ont été pesés et une demi-carcasse disséquée afin d'en déterminer la composition tissulaire. Plusieurs tissus, ou groupes de tissus, ont été broyés afin d'en prélever un échantillon représentatif : Réseau-Rumen-Feuillet-Caillette, Intestin grêle, Gros Intestin, Foie, Rein-Rate-Pancréas, Peau, Tissu Adipeux du 5^{ème} Quartier, le reste du 5^{ème} quartier, regroupé au sein des Abats, Tissu Adipeux de la Carcasse, Muscle et Tissu Adipeux de la 6^{ème} côte. Sur chacun de ces échantillons a été réalisée l'analyse de la teneur en azote (N Kjeldahl) et en énergie, à l'aide d'une bombe calorimétrique. En tenant compte de la teneur en matière sèche et en matière minérale, et en considérant la densité énergétique des protéines et des lipides, il a été possible de reconstituer la composition chimique du corps entier de chaque animal.

A l'abattage, des échantillons du muscle *Triceps Brachii* (TB) ont été prélevés. Suivant la méthode décrite par Picard *et al.* (1995), ces échantillons ont été utilisés pour déterminer la surface et la proportion des différents types de fibres, les activités enzymatiques de la lactate déshydrogénase et de l'isocitrate déshydrogénase représentatives respectivement du métabolisme glycolytique et oxydatif, ainsi que les teneurs en collagène total et insoluble.

1.3. ANALYSES STATISTIQUES

Les données de poids et de quantités ingérées ont été traitées à l'aide du logiciel SAS (Proc GLM) par des analyses de variance ou covariance, en considérant le temps en covariable et le lot et la période comme facteurs à effet fixe et l'animal à effet aléatoire. La procédure NLIN de SAS a été utilisée pour ajuster une équation reliant la capacité d'ingestion au poids vif et à la note d'état. L'effet de l'âge sur la composition corporelle et les caractéristiques musculaires a été testé par l'intermédiaire d'une analyse de variance hiérarchique. La comparaison des compositions tissulaire et chimique entre les lots C et D a été effectuée par des tests de Student. Les variables ont été transformées ($\text{Arcsin}\sqrt{\cdot}$) lorsqu'il s'agissait de pourcentages.

2. RESULTATS

2.1 ANALYSE DES DONNEES ZOOTECHNIQUES

2.1.1. Quantités ingérées

Seules les moyennes hebdomadaires des quantités de Matière Sèche Ingérée (MSI) ont été analysées. Elles augmentent avec le temps, en relation avec l'accroissement du poids vif des animaux. Afin d'effectuer une comparaison entre lots et entre périodes, nous avons standardisé les quantités ingérées en les divisant par le poids vif de la semaine (MSI%). L'analyse de variance montre une influence significative du lot, de la période et de l'interaction lot*période (tab. 1).

Tableau 1
Quantités de MS ingérées, rapportées à 100 kg de poids vif, suivant le lot et la période

Hiver 2000		Été 2000		Hiver 2001		Été 2001	
Lot C	Lot D	C	D	C	D	C	D
1,77 ^a	1,75 ^a	1,90 ^b	2,1 ^c	1,73 ^a	1,57 ^d	1,56 ^d	1,75 ^a

Entre lots, le premier hiver, la MSI% est comparable entre lots. L'été suivant, le lot D ingère 0,20 MSI/100kg de plus que le C, différence qui se répète l'été de la deuxième année.

D'un hiver à l'autre, la MSI% du lot C est identique, elle augmente le premier été (+0,13) puis se réduit le deuxième (-0,17) en liaison notamment avec l'impact négatif de l'état d'engraissement sur l'ingestion.

La Capacité d'Ingestion (CI, en UEB) des génisses a été calculée (MSI x valeur UEB des foin déterminée par la DMO mouton ; Baumont *et al.*, 1999). La CI s'ajuste à un modèle non linéaire faisant intervenir le Poids Vif (PV, en kg) et la Note d'Etat d'engraissement (NE).

CI = 0,0463 x PV^{0,88} - 0,5361 x NE Sxy=1,36

L'ajustement fournit une puissance appliquée au poids de 0,88. Cette valeur est très proche de celle déjà observée pour des génisses tardives (0,9 ; Geay *et al.*, 1987) sans que l'état d'engraissement ne soit alors introduit en covariable.

2.1.2. Poids vif

L'écart de poids vif entre les deux lots est de l'ordre de 60 kg à la fin du premier hiver (figure 1). Il se réduit à 25 kg à l'entrée de la deuxième période hivernale. A la fin de cette dernière, l'écart est remonté à 70 kg. Au final, il a été nécessaire de décaler les abattages d'un mois et demi entre les deux lots afin d'obtenir un poids final moyen de 694 kg (écart type=55 kg) pour le lot C et de 697 kg (ect=56 kg) pour le lot D, qui ne diffère pas significativement.

L'évolution du poids vif a été testée par une analyse de covariance en prenant en compte le temps en covariable. La pente de la droite, correspondant au GMQ des animaux (tab. 2) diffère significativement suivant les lots, et les périodes et l'interaction lot*periode.

Tableau 2
Gains moyens quotidiens (en g.j⁻¹) suivant le lot et la période

	Hiver 2000	Eté 2000	Hiver 2001	Eté 2001
C	0,686	0,698	0,600	0,554
D	0,386	0,980	0,334	0,901

Les GMQ des génisses du lot C sont quasi-constants, sauf lors du dernier été. Le poids adulte est alors presque atteint et de plus l'état d'engraissement des animaux limite l'ingestion (cf tab. 11). La croissance des génisses D est identique chaque hiver et s'accroît de plus de 550 g/j en été.

2.2 COMPOSITION CORPORELLE DES ANIMAUX

2.2.1 Notes d'état et diamètre des adipocytes

L'évolution des notes d'état suit globalement celle du poids vif. La note initiale est de 2,1 dans les deux lots (ect=0,45). A mi-expérience, la note moyenne du lot C (3,37 ; ect=0,49) se différencie (P<0,05) de celle du lot D (2,87 ; ect=0,35). A l'abattage, les notes sont respectivement de 4,25 et 4,07 (ect : 0,6 et 0,39) sans différence significative entre les lots.

Le diamètre moyen des adipocytes est initialement de 56,3 µm (ect=11,7 µm). Excepté le premier hiver pour le lot C, pendant lequel le diamètre des adipocytes a peu varié, les périodes hivernales peuvent engendrer une forte baisse de ce diamètre : respectivement -36,1 et -9,6 µm pour les lots C et D pendant le deuxième hiver. Cet effet est compensé pendant les périodes estivales. Au cours du dernier été, le diamètre moyen des adipocytes du lot C augmente de 16,2 µm, celui du lot D de 36,2 µm. A l'abattage, on note une différence, non significative, entre le lot C (moy=91,2 µm ; ect=21,6 µm) et le lot D (moy=116,5 µm ; ect=23,2 µm).

2.2.2. Mesures directes après abattage

- Composition tissulaire

Le Poids Vif Vide (PVV) des génisses du lot D augmente de 282 à 406 kg au cours du premier été. Il vaut 436 kg à la fin du premier hiver puis croît fortement en fin d'expérience pour atteindre 592 kg.

Les Dépôts Adipeux Totaux (DAT) des génisses du lot D ont diminué pendant le deuxième hiver respectivement de 61,6 à 51,3 kg, soit de 15,2 à 12,2 % du PVV. On note par ailleurs un fort engraissement au cours du dernier été (DAT finaux=127,2 kg, soit 21,6 % du PVV).

L'âge influe significativement sur les proportions des différents tissus. Le pourcentage de muscle (P<0,01) et de squelette (P<0,0001) dans la carcasse a tendance à diminuer, tandis que la proportion de gras dans le PVV et le rendement en carcasse augmentent (P<0,0001).

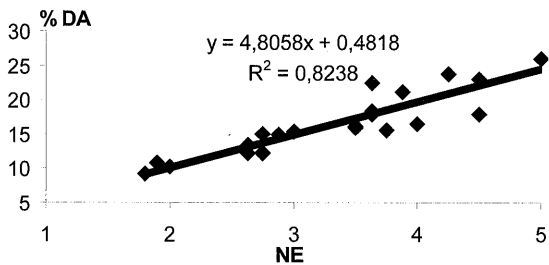
Entre lots, à la fin de la première période estivale, le PVV (+38 kg), le poids de carcasse chaude (+27 kg), et le poids de muscles (+20 kg) sont significativement supérieurs pour le lot C (P<0,05). En revanche, le poids des dépôts adipeux, ainsi que les pourcentages des différents tissus par rapport au PVV ou la carcasse, ne diffèrent pas significativement.

En fin d'expérience, les seules différences significatives enregistrées concernent le rendement vrai (C>D ; 66,8>65,4% ; P<0,05), et à un degré moindre le pourcentage de squelette dans la carcasse (C>D, P<0,10). Le poids de carcasse chaude final vaut en moyenne 396,1 kg (ect=0,5 kg) pour l'ensemble des génisses.

Le type de croissance semble donc avoir peu influé sur la composition tissulaire des génisses abattues à même poids.

A partir de l'ensemble des abattages, le pourcentage de dépôts adipeux dans le PVV montre une bonne corrélation avec la note d'état d'engraissement (fig. 2).

Figure 2
Relation entre % de Dépôts Adipeux (DA) dans le PVV, et Note d'Etat (NE)



- Composition chimique

La composition chimique suit l'évolution de la composition tissulaire au cours de l'expérience. Ainsi, nous obtenons une relation étroite entre quantité de lipides dans le corps entier (Lip, en kg) et dépôts adipeux totaux (DAT, en kg) :

Lip=1,277 DAT R²=0,998 Sxy=5,67

La quantité de protéines dans le lot D, qui vaut en moyenne 56,8 kg à la fin du premier hiver, s'accroît de 18,8 kg lors de la première période estivale. L'augmentation est légèrement moins forte lors de la deuxième période estivale, puisque les quantités moyennes de protéines passent de 78,2 kg à 93,3 kg (+ 15,1 kg). En revanche, l'augmentation estivale des teneurs en lipides est quasiment doublée entre le premier et le deuxième été (respectivement + 43,5 et + 84,4 kg).

Les proportions de protéines dans la carcasse et le 5^{ème} quartier diminuent significativement au cours du temps (P<0,0001), à l'inverse de celles de lipides. Les comparaisons entre les lots à la fin de chaque période estivale ne montrent aucune différence significative pour les quantités et les proportions des composants chimiques.

2.3. CARACTÉRISTIQUES DU MUSCLE TB

Parmi les caractéristiques étudiées, seule la surface des différents types de fibres et la teneur en collagène total (tab. 3) sont modifiées avec l'âge dans les deux lots.

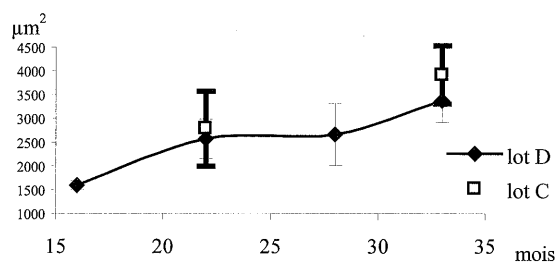
Tableau 3
Evolution du % de types de fibres et des teneurs en collagène
(en µg OH-proline.mg MS⁻¹) du lot D.

	Hiver 2000		Été 2000		Hiver 2001		Été 2001	
%	Moy.	ect	Moy.	ect	Moy.	ect	Moy.	ect
I	21,1	2,7	23	8,3	24,8	4,8	27,6	7,4
IIA	14,4	0,8	19,6	5,7	16,9	3,2	16,6	4,4
IIB	64,5	3,2	57,4	12,9	58,3	7,7	55,8	11,1
Collagène	Moy.	ect	Moy.	ect	Moy.	ect	Moy.	ect
Total	5,34	0,83	4,97	0,79	5,94	1,15	3,54	1,41
Insoluble	4,09	0,67	4,13	0,69	4,53	1,49	3,36	0,88

La surface des fibres augmente significativement avec l'âge ($P<0,01$), tandis que la teneur en collagène total exprimée par mg de matière sèche diminue ($P<0,01$). Dans la tranche d'âge étudiée, les caractéristiques contractiles et métaboliques du muscle TB ne sont pas modifiées.

Lors de l'abattage à 33 mois, les caractéristiques musculaires des animaux des deux lots ne diffèrent pas. Nous notons toutefois une surface moyenne des fibres plus petite, mais de manière non significative, chez les animaux du lot D, comparativement aux animaux du lot C (fig. 3).

Figure 3
Evolution de la surface moyenne des fibres avec l'âge,
suivant le lot.



3. DISCUSSION

Cette étude portant sur deux modes de conduite de génisses a montré la possibilité de mener des animaux de manière discontinue, en obtenant au final un poids et un état d'engraissement satisfaisants. Bien entendu, en comparaison avec des animaux en croissance continue, un décalage dans les abattages finaux est nécessaire afin d'obtenir des animaux de même poids. Ce décalage d'un peu plus de 50 jours paraît cependant faible au regard des écarts creusés entre les animaux pendant les périodes hivernales.

L'énergie totale ingérée par les animaux sur l'ensemble de la période expérimentale fait par ailleurs apparaître une valeur légèrement supérieure ($P<0,10$) pour le lot C (moy=4905 UFL, ect=115 UFL) que pour le lot D (moy=4510 UFL, ect=275

UFL). Compte tenu des valeurs UFL retenues pour les foins, il semblerait donc que la compensation, en plus de l'augmentation de l'ingestion en période estivale, soit aussi le fait d'une meilleure efficacité d'utilisation de l'énergie ingérée (395 UFL soit 8% des apports du lot C).

La croissance discontinue a eu peu d'effet sur les caractéristiques musculaires. Des différences de surface des fibres musculaires, bien que non significatives, ont été enregistrées. Ce résultat confirme celui de Jurie *et al.* (1999) sur des bœufs Charolais de 20 mois d'âge mais de poids différents. Ce facteur est relié à une meilleure tendreté finale de la viande (Renand *et al.*, 2002). Certains auteurs relativisent cependant l'effet des variations des caractéristiques musculaires sur la qualité finale de la viande (Brouard *et al.*, 2001).

En conclusion, les différences finales, à même poids sont faibles et restent à confirmer. Mais ce type d'expérimentation, du fait de la lourdeur et du coût des mesures, n'autorise que peu d'animaux.

Par ailleurs, une validation supplémentaire devrait s'effectuer sur des animaux conduits au pâturage, malgré la difficulté à estimer l'énergie ingérée dans ce cas.

L'ensemble des données viendra conforter notre modèle de la croissance des bovins (Hoch et Agabriel 2001).

Les auteurs tiennent à remercier M. Petit pour son aide dans l'élaboration du protocole, le personnel technique de Marce-nat, le personnel de l'abattoir et de l'URH pour le soin aux animaux et les diverses et nombreuses analyses.

Financé avec l'aide de l'Etat (FNADT).

Baumont, R., Champciaux, P., Agabriel, J., Andrieu, J., Aufrère, J., Michalet-Doreau, B., 1999. Renc. Rech. Ruminants, 6, 107

Brouard, S., Renand, G., Turin, F., 2001. Renc. Rech. Ruminants, 8, 49-52

Cassar-Malek, I., Listrat, A., Jurie, C., Jailler, R., Hocquette, J.-F., Bauchard, D., Ouali, A., Lamarre, M., Picard, B., 2001. Renc. Rech. Ruminants, 8, 111

Geay, Y., Micol, D., Robelin, J., Berge, Ph., Malterre, C., 1987. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, 70, 173-183

Hoch, T., Agabriel, J., 2001. Renc. Rech. Ruminants, 8, 105

Jurie, C., Listrat, A., Giraud, X., Picard, B., Geay, Y., Hocquette, J.-F., 1999. Renc. Rech. Ruminants, 6, 261-263

Picard, B., Robelin, J., Geay, Y., 1995. Ann. Zootech., 44, 347-357

Renand, G., Havy, A., Turin, F., 2002. INRA Prod. Anim., 15, 171-183

Robelin, J., 1986. In MICOL D. (ed), Production de viande bovine. INRA, Paris. 35-60.