

Effets d'une restriction alimentaire en fin d'engraissement sur les caractéristiques biochimiques, cellulaires et métaboliques des muscles chez le lapin

F. GONDRET¹, F. LEBAS², M. BONNEAU¹

¹INRA, Station de Recherches Porcines, 35590 St-Gilles, France

²INRA, Station de Recherches Cunicoles, BP 27, 31326 Castanet-Tolosan cedex, France

Résumé - L'objectif de ce travail est d'étudier les effets d'une restriction alimentaire en fin d'engraissement sur certaines caractéristiques musculaires du lapin. A partir de l'âge de 11 semaines, les animaux ont été nourris soit à volonté (groupe AL), soit ont été rationnés à hauteur de 70% de l'*ad libitum* (groupe R). A même poids vif moyen à l'abattage (2,9 kg), les lapins R sont plus âgés de 3 semaines comparativement aux lapins AL (18 vs 15 semaines). Comparativement à ceux des lapins AL, les muscles *longissimus lumborum* et *biceps femoris* des lapins R présentent une plus forte teneur en eau et une plus faible teneur en lipides. La taille des fibres musculaires ne diffère pas significativement entre les deux groupes. La proportion de fibres oxydatives est similaire dans les muscles *biceps femoris* des deux groupes, mais est plus faible (12 vs 17%) dans les muscles *longissimus* des lapins R par rapport aux lapins AL.

Abstract - Effects of feed restriction during fattening on muscle biochemical, morphometric and metabolic characteristics in the rabbit. The aim of this study is to determine the effects of feed restriction during fattening on some muscle characteristics in the rabbit. From 11 weeks of age onwards, rabbits were fed *ad libitum* (AL group) or received 70% of the voluntary feed intake (R group). At the same slaughter weight (2.9 kg), restricted rabbits were 3 weeks older than *ad libitum* ones (18 vs 15 weeks). In both *longissimus lumborum* and *biceps femoris* muscles, feed restriction increased water content and decreased intramuscular fat content. Fiber size was not significantly different between the two groups. Proportion of oxidative fibres was unaffected in the *biceps femoris* muscle, whereas it was decreased (12 vs 17%) in the *longissimus* muscle of R rabbits compared with AL ones.

Introduction

La viande de lapin est parfois jugée fade et sèche par les consommateurs français. Dans le cadre d'une production de lapin label, une augmentation de l'âge à l'abattage des animaux pourrait permettre d'améliorer la qualité organoleptique de cette viande, à l'exemple des études réalisées chez le poulet ou le bovin. Pour atteindre cet âge d'abattage plus élevé tout en respectant les contraintes de poids fixées par les abatteurs, il est parfois préconisé de rationner les animaux. Chez le lapin, la restriction alimentaire en fin d'engraissement (au-delà de l'âge de 11 semaines, c'est-à-dire pendant la période d'adipogenèse accrue) réduit le rapport muscle/os et l'adiposité des carcasses (Ouhayoun *et al.*, 1986). Mais les conséquences sur la composition des muscles et la qualité finale de la viande n'ont pas été déterminées. Le muscle est un tissu composite dont les caractéristiques changent en réponse à de nombreux facteurs intrinsèques (l'âge notamment) et extrinsèques (le niveau alimentaire par exemple). Au moment de l'abattage, les caractéristiques des différents constituants musculaires conditionnent en partie les modalités de la transformation du muscle en viande et la qualité du produit final (cf. revue de Gondret et Bonneau, 1998).

L'objectif de cette étude est de déterminer les effets d'une augmentation de l'âge à l'abattage à poids vif constant, obtenue par le biais d'une restriction alimentaire, sur certaines des caractéristiques biochimiques, cellulaires et métaboliques des muscles du lapin.

1. Matériel et méthodes

1.1. Animaux et alimentation

A l'âge de 11 semaines (2377 ± 21 g), des lapins mâles de souche INRA A1077 ont été répartis sur la base de leur poids et de leur origine génétique entre les deux groupes expérimentaux suivants : lapins alimentés à volonté (groupe AL), abattus à 15 semaines d'âge ($n = 15$) et au poids vif moyen constaté de 2,9 kg, et lapins restreints de 30% par rapport au niveau à volonté (groupe R), abattus lorsqu'ils atteignent le poids moyen de 2,9 kg ($n = 15$, tableau 1). L'âge d'abattage de 15 semaines pour les lapins alimentés à volonté a été choisi de manière à refléter les systèmes de production alternative existant actuellement dans la filière cunicole (pour lesquels les gammes d'âge à l'abattage varient de 13 à 17 semaines).

Tableau 1. Influence du régime alimentaire (*ad libitum*, AL, ou 70% de l'*ad libitum*, R) sur les performances de croissance et de consommation des lapins pendant la période expérimentale (11 semaines-abattage).

	Régime		ETR	Signification
	AL	R		
Poids vif à l'abattage (g)	2905	2933	124	NS
Age à l'abattage (semaine)	15	18	-	-
GMQ (g/j)	18,4	8,6	3,1	***
Consommation (g/j)	131,2	92,0	8,7	***
Indice de consommation	7,6	10,7	2,9	***

NS: P>0,05, ***: P<0,001

Pendant toute la période expérimentale, les lapins ont été logés en cages individuelles et ont reçu le même aliment granulé standard distribué 3 fois par semaine (2/7ème, 2/7ème et 3/7ème de l'allocation quotidienne, Poujardieu *et al.*, 1986). Cet aliment avait la composition suivante : protéines 16,5%, cellulose brute 14,7% et énergie digestible 10,3 MJ/kg. Les quantités d'aliment allouées à chaque distribution aux lapins du groupe R ont été calculées à partir des données de consommation hebdomadaire spontanée d'aliments obtenues lors d'une expérience préliminaire réalisée sur 20 lapins de même origine génétique et élevés dans les mêmes conditions. Les refus éventuels ont été retirés et pesés avant chaque nouvelle distribution. Les animaux ont été pesés individuellement chaque semaine et le jour de l'abattage.

1.2. Mesures

Les gains moyens quotidiens et les consommations moyennes quotidiennes entre 11 semaines et l'âge d'abattage ont été calculés pour chacun des deux groupes. A l'abattage, la carcasse, le foie et le tissu adipeux périrénal ont été pesés. Les muscles *longissimus lumborum* (LL) et *biceps femoris* (BF) ont été prélevés. Après élimination du gras externe et des aponévroses, les échantillons musculaires ont été préparés et congelés (-180°C) de manière à pouvoir réaliser les différentes mesures. Pour les études biochimiques, 10 g d'échantillon ont été broyés et les teneurs en eau, en protéines et en lipides des muscles ont été déterminées conformément aux méthodes habituelles (Gondret *et al.*, 1998). Pour les études cellulaires et métaboliques, des coupes de muscle (10 µm) ont été réalisées au cryotome. La surface moyenne des fibres musculaires a été mesurée au planimètre après coloration de la coupe à l'azorubine. Pour caractériser le métabolisme énergétique du muscle, l'activité de la succinate déshydrogénase (SDH) a été révélée sur coupe histologique et la proportion relative des fibres oxydatives (fortement colorées, SDH+) et non-oxydatives (faiblement colorées) a été déterminée.

1.3. Analyses statistiques

Les données de croissance et les résultats de découpe ont fait l'objet d'une analyse de variance monofactorielle (SAS, 1990). Pour les caractéristiques musculaires, le traitement statistique des données a été réalisé en utilisant l'analyse de variance multifactorielle, avec pour effets principaux le régime alimentaire (A), le muscle (M) et leur interaction (A × M).

2. Résultats et discussion

2.1. Performances de croissance

La restriction alimentaire effective sur l'ensemble de la période expérimentale a été de 29,8%. Elle diminue la vitesse de croissance (-53%, tableau 1) et détériore l'indice de consommation (+41%) des animaux, en accord avec les résultats de Poujardieu *et al.* (1986). Au poids d'abattage moyen de 2,9 kg, les lapins du groupe R sont ainsi plus âgés de 3 semaines, par rapport aux lapins du groupe AL.

2.2. Caractéristiques de la carcasse

A même poids vif moyen, les lapins R présentent un poids de carcasse plus faible que celui des lapins AL (tableau 2). Le rendement à l'abattage est réduit de 6,8 points. Cette forte diminution du rendement à la suite d'un rationnement alimentaire a été signalée par Ouhayoun *et al.* (1986). Elle serait liée à un accroissement du poids relatif du tractus digestif chez les lapins restreints (Lebas et Laplace, 1982). Par ailleurs, le poids du tissu adipeux périrénal est réduit (-73%, tableau 2) chez les lapins restreints par rapport aux animaux à volonté, conformément aux observations antérieures (Ledin, 1984 ; Ouhayoun *et al.*, 1986).

2.3. Caractéristiques des muscles *longissimus lumborum* (LL) et *biceps femoris* (BF)

2.3.1. Caractéristiques biochimiques

La teneur en protéines des muscles LL et BF ne diffère pas significativement entre les deux groupes d'animaux (tableau 3).

Tableau 2. Influence du régime alimentaire (*ad libitum*, AL, ou 70% de l'*ad libitum*, R) sur les caractéristiques de la carcasse au stade d'abattage.

	Régime		ETR	Signification
	AL	R		
Poids carcasse chaude (g)	1910	1726	84	***
Rendement en carcasse à chaud (%)	65,7	58,9	1,7	***
Poids foie (g)	80,3	73,2	9,5	NS
Poids tissu adipeux périrénal (g)	43,8	11,7	14,7	***

NS : P>0,05, *** : P<0,001

Tableau 3. Influence du régime alimentaire (*ad libitum*, AL ou 70% de l'*ad libitum*, R) sur les caractéristiques des muscles *longissimus lumborum* (LL) et *biceps femoris* (BF) au stade d'abattage¹

	LL		BF		ETR	Signification ²
	AL	R	AL	R		
<i>Caractéristiques biochimiques (g/100g de muscle frais)</i>						
Eau	74,7 ^a	75,5 ^b	75,2 ^b	76,4 ^c	0,8	A*** M**
Protéines brutes	23,0	22,6	22,1	21,5	0,7	M**
Lipides totaux	1,2 ^a	0,9 ^b	1,6 ^c	1,1 ^a	0,5	A*** M*** A × M***
<i>Caractéristiques cellulaires</i>						
AST fibres (µm ²)	2698 ^a	2694 ^a	2526 ^b	2452 ^b	206	M**
<i>Caractéristiques métaboliques</i>						
Fibres SDH+ (%)	16,9 ^a	11,8 ^b	21,0 ^c	20,0 ^c	1,7	A*** M*** A × M**

¹ AST : aire de section transversale, SDH+ : fibres colorées positivement après révélation de l'activité succinate déshydrogénase

² ** : P<0,01, *** : P<0,001. A : effet régime, M : effet muscle, A × M : interaction, ^{abc} Sur une même ligne, les moyennes ayant une lettre en commun ne diffèrent pas au seuil de 5%

En revanche, la teneur en lipides est réduite de 0,3 point dans le muscle LL (P = 0,009) et de 0,5 point dans le muscle BF (P = 0,0001) chez les lapins du groupe R par rapport aux lapins du groupe AL. A l'inverse, la teneur en eau des deux muscles augmente (P<0,0001) chez les lapins du groupe R par rapport à ceux du groupe AL. Ainsi, l'augmentation de l'âge à poids vif constant, obtenue par le biais d'une restriction alimentaire, induit une diminution de la teneur en lipides intramusculaires, alors que des observations antérieures (cf. revue de Gondret et Bonneau, 1998) ont montré que l'augmentation simultanée de l'âge et du poids chez les animaux nourris à volonté, entraîne à l'inverse un accroissement de la teneur en lipides des muscles.

2.3.2. Caractéristiques cellulaires et métaboliques

Quel que soit le muscle, la surface moyenne des fibres musculaires n'est pas significativement différente entre lapins du groupe R et lapins du groupe AL (tableau 3). A notre connaissance, aucune donnée n'est disponible pour l'espèce cunicole. Chez les autres espèces, les variations observées en réponse à une restriction alimentaire restent sujet à controverse. Ainsi chez le porc, aucune différence (Candek-Potokar *et al.*, 1998), une augmentation (Lefaucheur, 1983) ou

une diminution (Solomon *et al.*, 1988) de la taille des fibres musculaires chez des animaux restreints abattus au même poids que leurs congénères nourris à volonté, ont été rapportées.

Le pourcentage de fibres caractérisées par une forte activité de la succinate déshydrogénase (fibres SDH+, oxydatives) est plus faible dans le muscle LL des lapins R comparativement à celui de leurs congénères AL (12% vs 17%, P<0,0001, tableau 3). A l'inverse, dans le muscle BF, la proportion de fibres SDH+ est similaire dans les deux groupes d'animaux (P = 0,3). Chez le porc, le bovin ou l'agneau, la restriction alimentaire ne modifie pas le métabolisme énergétique du muscle, ou augmente la proportion de fibres oxydatives (ex : Solomon *et al.*, 1988). De ce fait, dans notre expérience, l'instauration d'un métabolisme énergétique moins oxydatif dans le muscle LL du groupe R par rapport au groupe AL, serait probablement plus liée à l'âge plus élevé à l'abattage des lapins restreints qu'à un effet direct de la restriction alimentaire. En effet, contrairement au muscle BF où l'équilibre métabolique adulte est atteint à 8 semaines d'âge, l'activité oxydative des fibres du muscle LL diminue avec l'âge entre 11 et 17 semaines d'âge (Dalle-Zotte et Ouhayoun, 1995, Gondret, non publié).

Conclusion

Les muscles *longissimus* et *biceps femoris* des lapins restreints abattus à même poids vif que leurs congénères nourris à volonté présentent une plus faible teneur en lipides et une plus forte teneur en eau. En outre, pour le muscle *longissimus lumborum* uniquement, le métabolisme énergétique des animaux restreints est moins oxydatif (donc plus glycolytique). Chez d'autres espèces, des relations positives ont été établies entre teneur en lipides intramusculaires et jutosité ou tendreté de la viande d'une part, entre intensité du métabolisme glycolytique et perte en eau de la viande d'autre part (Gondret et Bonneau, 1998). Pour ces deux types de relations, la restriction alimentaire a entraîné des modifications défavorables des caractéristiques musculaires des lapins étudiés. Ainsi, le plus faible rendement d'abattage des lapins restreints ne semble pas être contrebalancé par l'établissement de caractéristiques musculaires favorables à une meilleure qualité de viande. Dans le cadre d'une production de lapin de qualité supérieure (label, etc) une restriction alimentaire en fin d'engraissement ne paraît donc pas souhaitable. D'autres pistes pourraient être envisagées, combinant un génotype particulier (par exemple, croisement d'une souche de petit format avec une souche présentant de bonne qualité de conformation) et une alimentation contrôlée.

Références

- CANDEK-POTOKAR M., LEFAUCHEUR L., ZLENDER B., BONNEAU M., 1998. Effect of slaughter weight and/or age on histochemical characteristics of pig *longissimus dorsi* muscle as related to meat quality. *Meat Sci.*, sous presse.
- DALLE-ZOTTE A., OUHAYOUN J., 1995. Post-weaning evolution of muscle energy metabolism and related physico-chemical traits in the rabbit. *Meat Sci.*, 39, 395-401.
- GONDRET F., BONNEAU M., 1998. Mise en place des caractéristiques du muscle chez le lapin et incidence sur la qualité de la viande. *INRA Prod. Anim.*, 11, 335-347.
- GONDRET F., JUIN H., MOUROT J., BONNEAU M., 1998. Effect of age at slaughter on chemical traits and sensory quality of *Longissimus lumborum* muscle in the rabbit. *Meat Sci.*, 48, 181-187.
- LEBAS F., LAPLACE J-P., 1982. Mensurations viscérales chez le lapin. 1) Croissance du foie, des reins et des divers segments intestinaux entre 3 et 11 semaines d'âge. *Ann. Zootech.*, 31, 391-430.
- LEDIN I., 1984. Effect of restricted feeding and realimentation on compensatory growth and carcass composition and organ growth in rabbit. *Ann. Zootech.*, 33, 33-50.
- LEFAUCHEUR L., 1983. Influence d'une restriction alimentaire sur la composition de la carcasse et quelques caractéristiques musculaires chez le porc. Mémoire de DEA, Université de Clermont II. 31 p.
- OUHAYOUN J., POUJARDIEU B., DELMAS D., 1986. Etude de la croissance et de la composition corporelle de lapins au-delà de l'âge de 11 semaines. II. Composition corporelle. *4èmes Journ. Rech. Cunicole Fr.*, Paris, 10-11/12/1986, Com. n°24. ITAVI Ed., Paris.
- POUJARDIEU B., OUHAYOUN J., TUDELA F. 1986. Etude de la croissance et de la composition corporelle de lapins au-delà de l'âge de 11 semaines. I. Croissance et efficacité entre les âges de 11 et 20 semaines. *4èmes Journ. Rech. Cunicole Fr.*, Paris, 10-11/12/1986, Com. n°23. ITAVI Ed., Paris.
- SAS USER'S GUIDE, 1990. Statistical Analysis System Institute. Inc, Cary, NC.
- SOLOMON M.B., CAMPBELL R.G., STEELE N.C., CAPERNA T.J., MCMURTRY J.P., 1988. Effect of feed intake and exogenous porcine somatotropin on *longissimus* muscle fiber characteristics of pigs weighing 55 kilograms live weight. *J. Anim. Sci.*, 66, 3279-3284.