

## Différenciation des fibres musculaires chez le fœtus bovin.

B. PICARD

INRA, Laboratoire Croissance et Métabolismes des Herbivores, Unité Croissance Musculaire,  
63122 Saint-Genès Champanelle

**Résumé** – Le tissu musculaire est constitué de fibres dont les caractéristiques contractiles et métaboliques conditionnent en partie la transformation du muscle en viande, et donc certaines qualités organoleptiques, en particulier la tendreté. Ces caractéristiques biologiques se mettent en place durant la myogenèse. Le fait que le nombre de cellules soit fixé à la naissance illustre l'importance de cette période dans la différenciation du tissu musculaire. Son étude réalisée sur le muscle *Semitendinosus* bovin, montre l'existence de 2 générations de cellules. L'étude de la variabilité entre muscles confirme ces résultats, en révélant que la chronologie de l'évolution de ces deux générations diffère selon les muscles. De plus, elle révèle que dans les muscles à contraction lente chez l'adulte, la seconde génération donne aussi naissance à une proportion de fibres lentes, ce qui n'est pas le cas dans les muscles rapides. D'autre part, la comparaison de deux types génétiques, normal et culard, montre que les fœtus culards présentent un retard dans leur différenciation cellulaire qui est plus marqué pendant les deux premiers tiers de la vie foetale.

## Differentiation of muscle fibers in cattle fetus.

B. PICARD

Renc. Rech. Ruminants, 1994, 1, 193 – 196

**SUMMARY** – The transformation of muscle into meat depends in part on the contractile and metabolic characteristics of the fibers that make up muscle tissue. These characteristics, which are established during myogenesis, also affect certain aspects of palatability, in particular tenderness. The fact that the number of cells is definitively fixed at birth underlines the importance of the period of myogenesis in the differentiation of muscle tissue. The present work evidenced two generations of cells in cattle *Semitendinosus* muscle. Study of the variability of muscles confirmed these findings and showed that the development of the two generations differs between muscle types. In addition, it was seen that in adult slow-twitch muscles the second generation also gives rise to a proportion of slow fibers, a development not observed in fast muscles. The comparison of two genetic types, normal and double-muscled cattle, showed that the fetuses of the latter had a slower rate of cell differentiation, particularly during the first two thirds of fetal life.

## INTRODUCTION

L'étude du muscle squelettique de bovin présente un intérêt particulier, car le type de fibres musculaires (I, IIA et IIB) qu'il renferme, influence la transformation du muscle en viande. En effet, le type de fibres d'un muscle donné conditionne sa vitesse de maturation (VALIN 1988). C'est au cours du développement foetal qu'apparaissent ces différents types de fibres. Le fait que leur nombre soit fixé à la naissance (ASHMORE, 1972 ; ROBELIN et al, 1991) souligne l'importance de la période foetale, étape clé dans leur mise en place. L'étude de cette période a pour objectif de faire la part de ce qui est fixé à la naissance par le patrimoine génétique et l'environnement foetal, et de ce qui peut être modifié après la naissance par voie nutritionnelle, endocrinienne ou environnementale. Elle devrait permettre, à terme, d'envisager d'intervenir par voie nutritionnelle ou endocrinienne durant la phase foetale, voire, à plus long terme, de caractériser les gènes responsables des divers mécanismes de la différenciation tissulaire. De plus, l'étude de foetus renfermant le gène culard constitue un modèle extrême d'hypertrophie musculaire qui peut apporter des informations complémentaires concernant la différenciation musculaire.

Les populations de cellules impliquées dans la mise en place des fibres musculaires expriment transitoirement différentes formes de myosine, mais la cinétique d'expression de ces protéines diffère selon les espèces. Chez les animaux domestiques de grande taille tels que le bovin, les connaissances sont éparpillées. Les premières études (ROBELIN et al, 1991) concernant la différenciation musculaire chez le foetus bovin ont permis de montrer au niveau histologique 3 étapes dans l'organisation structurale des fibres musculaires. Des études quantitatives ont montré que le développement foetal du tissu musculaire est caractérisé par une augmentation importante du nombre de noyaux, et par une synthèse protéique intense (ROBELIN et al, 1991). La présente étude a pour objet la présentation de la mise en place des fibres musculaires qui se caractérise par la mise en évidence de différentes formes de myosine. La variabilité entre muscles puis entre deux types génétiques sera analysée.

## 1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Pour cette étude, des foetus ont été obtenus par insémination artificielle et prélevés à différents âges de gestation, entre 90 et 270 jours, après abattage de la mère. La variabilité entre muscles a été étudiée sur les muscles *Semitendinosus* (ST, muscle de la cuisse), *Longissimus thoracis* (LT, au niveau de la sixième côte), *Masseter* (Ma, muscle de la joue), *Cutaneus trunci* (CT, muscle situé sur les flancs), *Diaphragma* (Di). La variabilité entre types génétiques a été analysée par la comparaison de la différenciation musculaire de foetus normaux à celle de foetus possédant le gène d'hypertrophie musculaire «culard». Pour cela, 30 embryons culards de la souche INRA 95, ont été transplantés sur des génisses croisées «Charolais \* Salers». Seize foetus issus de ces transplantations ont été utilisés pour l'étude du développement foetal comparativement à 15 foetus normaux, Charolais\*Salers, obtenus

par insémination artificielle. Sur ces foetus mâles et femelles, l'étude de la mise en place des types de fibres a été effectuée à l'aide de techniques complémentaires décrites par PICARD et al, (1994).

## 2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

### 2.1. DIFFÉRENCIATION MUSCULAIRE, EXEMPLE DU MUSCLE ST

L'utilisation de ces différentes méthodes a permis de mettre en évidence dans le muscle ST l'existence de 2 générations de cellules (Robelin et al., 1993). Une première génération apparaît très tôt, dès 50 jours, elle a une différenciation très précoce puisque dès 180 jours, elle n'exprime plus que la forme de myosine lente (MHC1). Elle va donner naissance aux fibres de type I adultes. Une seconde génération, de cellules plus petites, apparaît vers 120 jours, et donne naissance aux fibres adultes de type rapide IIA et IIB, ainsi qu'aux fibres de type IIC (rapides et lentes) (Fig 1). Ces deux générations expriment transitoirement 5 formes de myosine spécifiques, de type embryonnaire, foetal et adultes.

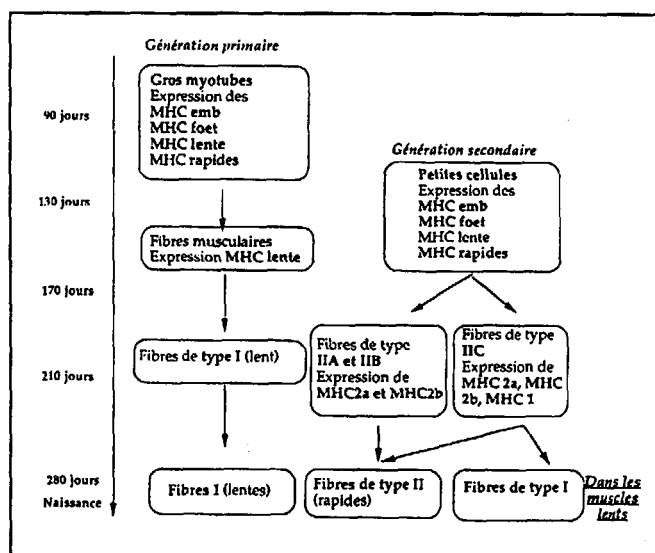
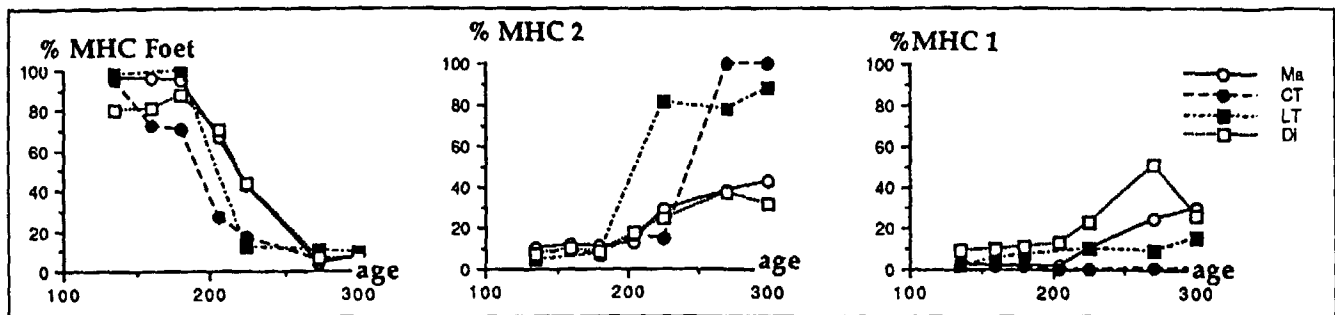


Figure 1 : Mise en place des différents types de fibres au cours du développement foetal caractérisée par l'expression de différentes formes de myosine (MHC : 2a et 2b formes rapides, 1 forme lente).

### 2.2. VARIABILITÉ ENTRE MUSCLES

L'étude du développement foetal a été réalisée sur 4 muscles présentant des caractéristiques contractiles et métaboliques très différentes : le *Masseter* (Ma) qui ne renferme que des formes de myosine (MHC) de type 1 chez l'adulte, le *Cutaneus trunci* (CT) constitué uniquement de formes rapides 2a et 2b chez l'adulte, le *Longissimus thoracis* (LT) muscle mixte en majorité rapide, et le *Diaphragma* (Di) muscle en majorité lent. Elle a montré que dans les muscles lents (Ma et Di), la seconde génération est à l'origine d'une certaine proportion de fibres de type lent, contrairement aux muscles rapides (CT et LT) dans lesquels toutes les fibres de type I sont issues uniquement de la génération primai-

Figure 2 : Evolution des concentrations en chaînes lourdes des différentes formes de myosine (MHC) au cours du développement foetal.



re (Picard et al., 1994). Au niveau tissulaire, 5 formes de myosine, ont été mises en évidence dans chacun des muscles, tout comme dans le muscle ST. La forme adulte MHC 1 est présente dans tous les muscles dès 90 jours d'âge foetal, alors que les formes rapides, MHC 2a et MHC 2b, ne sont détectables qu'à partir d'environ 210 jours, période au cours de laquelle la forme foetale, MHC foetale, disparaît dans les 4 muscles (Fig 2). Une autre forme, d'un poids moléculaire identique à celui de la forme MHC 2a, est observable dès 90 jours, cependant, elle n'est pas reconnue par l'anticorps spécifique de cette isoforme. Pour le moment, les anticorps que nous possédons n'ont pas permis d'identifier cette forme. Cette étude a de plus révélé des différences de précocité dans le développement foetal des muscles étudiés qui sont liées à la fonction des muscles. En effet, le *Diaphragma* muscle qui doit être fonctionnel à la naissance, présente le développement le plus précoce. A l'opposé, le *Masseter* a le développement le plus tardif, à la naissance il renferme environ 50% de fibres de type IIC, indifférenciées. Chez le bovin ce muscle intervenant dans la mastication achève sa différenciation au moment du sevrage, lorsque l'animal commence à mastiquer (GAGNIÈRE, 1993).

### 3.3. VARIABILITÉ ENTRE TYPES GÉNÉTIQUES

L'étude comparée de la différenciation du tissu musculaire de foetus normaux ou possédant le gène d'hypertrophie musculaire culard, a révélé chez ce dernier un retard dans la différenciation des deux générations de cellules impli-

quées dans la mise en place des fibres. Cette différence est surtout marquée pendant les deux premiers tiers du développement foetal. De plus, à 210 jours de vie foetale des fibres musculaires renfermant une forme de myosine reconnue par aucun des anticorps utilisés, ont été mises en évidence dans tous les muscles étudiés : le *Semitenidosus*, le *Longissimus thoracis*, le *Masseter* (lent) et le *Cutaneus trunci* (rapide), chez les animaux culards, mais aussi dans le muscle *Cutaneus trunci* des animaux normaux. L'électrophorèse n'a pas permis de révéler la présence d'isoforme de myosine particulière dans ces muscles. On peut donc penser que ces fibres renferment une isoforme de myosine jusqu'alors non identifiée chez le bovin, qui possède un poids moléculaire identique à celui des isoformes connues. Cette isoforme semble être spécifique des muscles riches en fibres IIB tels que le *Cutaneus trunci* et les muscles des animaux culards.

### CONCLUSION

L'ensemble de ces résultats permet de montrer que la différenciation musculaire chez le bovin présente d'une façon générale un profil similaire à celui d'autres espèces avec l'implication de deux générations de cellules - primaire et secondaire. Des différences de cinétique apparaissent d'une part entre muscles mais aussi entre types génétiques. Enfin, un type de myosine particulier est mis en évidence qui pourrait être, s'il est confirmé, le marqueur des muscles rapides, en particulier des animaux culards.

### RÉFÉRENCES

- ASHMORE C. R., TOMPKINS G., DOERR L. (1972). *J. Anim. Sci.*, 34, 37-41.
- GAGNIÈRE H. (1993). DEA Sciences des Aliments, Université Blaise Pascal, Clermont II.
- PICARD B., ROBÉLIN J., PONS F., GEAY Y. (1994). *J. Muscle Res. Cell Moti.* 15, 473-486.
- ROBÉLIN J., LACOURT A., BECHET D., FERRARA M., BRIAND Y., GEAY Y. (1991). *Growth, Dev. & Aging*, 55, 151-160.
- ROBÉLIN J., PICARD B., LISTRAT A., JURIE C., BARBOIRON C., PONS F., GEAY Y. (1993) *Reprod. Nutr. Dev.*, 33, 25-41.
- VALIN C (1988). *Repr. Nutr. Dev.* 28, (3b), 845-856.

