

## Caractérisation des carcasses et des muscles de cerfs d'âge et de sexe différents

### Carcass quality and muscle characteristics in red deer production : Effects of age and sex

D. MICOL (1), B. PICARD (2), A. BRELURUT (1), M. THERIEZ (1)

(1) INRA , Laboratoire Adaptation des Herbivores aux Milieux, Clermont-Ferrand-Theix, 63122 Saint Genès Champanelle

(2) INRA , Laboratoire Croissance et Métabolismes des Herbivores, Clermont-Ferrand-Theix, 63122 Saint Genès Champanelle

**RÉSUMÉ** – La qualité des carcasses et les caractéristiques du tissu musculaire (composition chimique, collagène, couleur, types contractile et métabolique des fibres) ont été étudiées sur 5 lots de cerfs (mâle et femelle) abattus de 1 an à 30 mois.

Le rendement en carcasse des cerfs est élevé. La carcasse se caractérise par une forte proportion de muscles et peu de dépôts adipeux. Une conduite intensive permet cependant de produire des animaux commercialisables dès l'âge d'un an. A âge égal, les femelles fournissent des carcasses plus légères avec un état d'engraissement supérieur.

Les muscles de cerfs comparativement aux bovins sont plus oxydatifs et renferment plus de fibres IIA (rouges rapides). L'évolution de ces caractéristiques avec l'âge est différente entre les 2 sexes. Chez les mâles le métabolisme oxydatif et la proportion de fibres lentes augmentent entre 18 et 30 mois, alors que chez les femelles ils diminuent. Ces évolutions sont identiques à celles observées chez les bovins mâles et femelles. Il est donc possible de conserver les mâles assez longtemps afin d'accroître le poids de carcasse et d'en vendre toute l'année. Les femelles surnuméraires dans les troupeaux d'élevage peuvent être orientées vers la production de viande. Les particularités de qualité de la viande de cerf, présentant une flaveur supérieure à celle de la viande bovine, s'expliquent en partie par une proportion importante en fibres rouges rapides (IIA) qui doit être la conséquence d'un exercice physique beaucoup plus intense chez le cerf que chez le bovin.

### Carcass quality and muscle characteristics in red deer production : Effects of age and sex

D. MICOL (1), B. PICARD (2), A. BRELURUT (1), M. THERIEZ (1)

(1) INRA , Laboratoire Adaptation des Herbivores aux Milieux, Clermont-Ferrand-Theix, 63122 Saint Genès Champanelle

**SUMMARY** – The effects of sex and age at the slaughter were studied on 30 farmed red deer (*Cervus elaphus*). Animals were weaned at 4 months of age, housed from weaning to turnout in April or intensively fattened indoors and slaughtered at 1 year of age. The results demonstrate that the carcass weight of males increases with age with a same body composition. Nevertheless, young male may be fattened at 1 year old. Carcasses of females are a suitable alternative for deer meat production. Although females grow more slowly and have lighter carcasses with a higher fat content. Changes in muscle characteristics associated with age and sex are small. The results on contractile and metabolic characteristics of deer muscles demonstrate that they are more oxidative with a higher proportion of IIA fibres (fast red) than bovine muscles. The effect of age is different according to the sex of animals. Oxidative metabolism of entire male muscles decreases between 12 and 18 months of age and increases after between 18 and 30 months of age. Oxidative metabolism of female muscles decreases between 18 and 30 months of age. So, at 18 months of age female muscles are more oxydative and have a higher part of slow fibres than entire male muscles. This figure is the reverse at 30 of age.

## INTRODUCTION

L'élevage des cerfs s'est développé en France ces dernières années dans un objectif de diversification des viandes bovines et ovines (Brelurut et al, 1997). La viande de cerf est essentiellement produite à partir de jeunes mâles abattus entre 15 et 18 mois d'âge ou entre 27 et 30 mois pour les animaux de report et, depuis l'arrêt du développement de l'élevage, avec les femelles surnuméraires. L'essentiel de la demande se situe en fin d'année, ce qui correspond à ces âges d'abattage. Cependant le développement de cette demande en cours d'année conduit à abattre des animaux relativement jeunes, à l'âge d'un an (Thériez, 1989).

Le développement des élevages de cerfs et le nombre d'animaux disponibles, particulièrement les femelles surnuméraires, permettent d'envisager l'utilisation d'autres types d'animaux (âge, sexe et poids) correspondant à d'autres produits de qualité différentes pour la consommation (Micol et al, 1994). Cet élevage se situant nécessairement pour des raisons économiques dans un contexte de viande de qualité, l'INRA de Clermont-Ferrand/Theix (LAHM-LCMH) a conduit une étude sur les effets de l'âge d'abattage et du sexe chez le cerf sur les caractéristiques des carcasses et des muscles, qui conditionnent en partie les qualités organoleptiques des viandes.

## 1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1.1. ANIMAUX

Les effets du sexe, mâle entier ou femelle, et de l'âge d'abattage de 12, 18 et 30 mois pour les mâles et de 18 et 30 mois pour les femelles chez le cerf (*Cervus elaphus*) ont été étudiés sur 5 groupes de 6 animaux d'élevage (tableau 1). Les animaux, nés en mai et juin, sevrés à 4 mois, ont été conduits en bâtiments jusqu'en mai pour ceux abattus à 12 mois (abattage précoce), ou jusqu'à la mise à l'herbe début avril pour les autres. Les cerfs destinés à l'abattage précoce ont reçu pendant toute la période d'élevage à l'intérieur une ration très énergétique composée d'aliments concentrés et de foin distribués à volonté. La consommation totale de matière sèche s'élève à 350 kg par animal, soit 1,3 kg MS/j en moyenne composé à 92 % d'aliments concentrés, ce qui autorise une vitesse de croissance élevée. Les animaux abattus en décembre à 18 ou 30 mois, ont reçu, au cours de leur premier hiver, une quantité limitée d'aliments concentrés (0,7 kg/j) et du foin à volonté. Ils ont ensuite été conduits à l'herbe sur des prairies naturelles de moyenne montagne jusqu'à l'abattage, avec une complémentation sous forme de céréales (0,6 kg/j) en août pour cause de sécheresse, puis à partir d'octobre. Les cerfs abattus à 30 mois ont passé leur second hiver à l'extérieur, avec une ration composée de foin distribué à volonté et de 0,5 kg de céréales, et conduits ensuite au pâturage dans les mêmes conditions que celles de l'année précédente. Les animaux à l'herbe ont été déparasités, 4 fois au cours de leur première année et une fois au cours de la seconde pour les plus vieux.

### 1.2. MESURES

Après enregistrement à l'abattage du poids vif plein et vide et du poids de carcasse, une demi carcasse de chaque animal a été disséquée anatomiquement (24 h après abattage), les tissus gras et osseux ont été séparés. Les teneurs en matière sèche, protéines totales, myoglobine, collagène total et soluble ont été mesurées sur les muscles Long dorsal, (LT), Semitendineux (ST) et Triceps (TB).

Les activités contractiles et métaboliques du tissu musculaire ont été déterminées sur les muscles suivants (24 h après abat-

tage) : Masseter (Ma, lent oxydatif) ; Peaussier (CT, rapide glycolytique) ; Semitendineux (ST, rapide glycolytique) ; Long dorsal (LT, rapide glycolytique) ; Triceps (TB, mixte oxydatif). Les prélèvements destinés à ces analyses ont été congelés directement dans l'azote liquide, ceux destinés à l'histologie ont été congelés progressivement, dans l'isopentane puis dans l'azote liquide. L'ensemble des échantillons a été stocké à -80°C jusqu'à leur analyse.

### Caractéristiques contractiles

Les isoformes de chaînes lourdes de myosine, caractéristiques des trois principaux types de fibres musculaires, des 5 muscles ont été séparées en fonction de leur taille par électrophorèse SDS-PAGE selon la technique de Laemmli, (1970). Le pourcentage de myosine lente a été mesuré sur les muscles ST, LT et TB des animaux mâles et femelles âgés de 18 et 30 mois par dosage ELISA selon la technique de Picard et al., (1994). La proportion des trois types de fibres (I, IIA et IIB) a été déterminée par histochimie (Peter et al., 1972) sur ces mêmes 3 muscles prélevés sur les mâles de 12 mois. La surface moyenne des fibres a été mesurée pour tous les animaux par histochimie et analyse d'image.

### Caractéristiques métaboliques

Les métabolismes glycolytique (Lactate déshydrogénase : LDH, Ansay, 1974) et oxydatif (Isocitrate déshydrogénase : ICDH, Briand et al., 1981) ont été déterminés sur les muscles ST, LT et TB de l'ensemble des animaux à partir d'un broyat musculaire.

## 2. RÉSULTATS

### 2.1 CARACTÉRISTIQUES D'ABATTAGE (Tableau 1)

L'allongement du cycle de production de 18 à 30 mois (Tableau 1) permet chez les mâles d'augmenter les performances finales de plus de 35 % (72 kg vs 53 kg pour les poids de carcasse). Cette augmentation ne se retrouve pas chez les femelles qui n'atteignent que 43 kg poids de carcasse à 18 mois et même à 30 mois. La conduite intensive de jeunes mâles d'un an permet d'atteindre des performances appréciables, 62 kg de carcasses, poids intermédiaire à ceux obtenus entre 18 et 30 mois. Dans tous les cas les rendements à l'abattage (poids de carcasse/poids vif final) sont de plus de 54 % chez les mâles en moyenne et 57,5 % chez les femelles. Le contenu digestif ne représente que 10,5 % du poids vif en moyenne pour les différents types d'animaux, il est plus faible chez les jeunes animaux de 12 mois (7,7 %) et atteint 14,5 % chez les mâles de 30 mois.

Tableau 1

### Résultats d'abattage et caractéristiques des carcasses

| Sexe                              | Mâles |      |       | Femelles |      |
|-----------------------------------|-------|------|-------|----------|------|
| Age abattage (mois)               | 12    | 18   | 30    | 18       | 30   |
| Nombre d'animaux                  | 6     | 6    | 6     | 6        | 6    |
| Poids vif (kg)                    | 112,2 | 96,2 | 133,7 | 73,8     | 74,8 |
| Poids vif vide (kg)               | 103,6 | 85,4 | 114,3 | 68,0     | 66,5 |
| Poids carcasse (kg)               | 61,5  | 52,7 | 71,6  | 43,0     | 42,5 |
| <b>Composition de la carcasse</b> |       |      |       |          |      |
| Poids muscles (kg)                | 39,7  | 39,9 | 54,6  | 31,6     | 31,1 |
| % de la carcasse                  | 64,6  | 76,0 | 76,3  | 73,4     | 73,1 |
| Poids tissu adipeux (kg)          | 8,4   | 3,1  | 3,8   | 4,3      | 4,2  |
| % de la carcasse                  | 18,9  | 5,7  | 5,3   | 10,0     | 9,7  |
| Poids tissu osseux (kg)           | 11,1  | 9,3  | 12,5  | 6,8      | 7,0  |
| % de la carcasse                  | 18,1  | 17,7 | 17,5  | 15,8     | 16,5 |
| Dépôts adipeux tot. (kg)          | 11,6  | 3,9  | 5,2   | 5,7      | 5,7  |
| % du poids vif vide               | 11,2  | 4,6  | 4,5   | 8,4      | 8,6  |

Chez les mâles adultes de 18 et 30 mois la proportion de muscles dans la carcasse atteint 76 % contre 73 % chez les

femelles de même âges. Chez le jeune d'un an la proportion de muscles est notablement plus faible (65 %) compte tenu d'un d'état d'engraissement très élevé (19 % de dépôts adipeux dans la carcasse). Les mâles âgés présentent un état d'engraissement limité (5,7-5,3 %), presque deux fois plus faible que celui des femelles (10-9,7). Ces différences relatives d'état d'engraissement des carcasses se retrouvent également sur les dépôts adipeux totaux dans le corps entier.

## 2.2 CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES MUSCLES (Tableau 2)

La teneur en protéines des différents muscles selon le type d'animal se situe entre 20 et 22 %, les animaux d'un an présentent les teneurs les plus basses. Les teneurs en myoglobine sont plus élevées chez les animaux de 30 mois que chez les 18 mois, mais les teneurs en myoglobine des muscles sont déjà importantes chez les animaux intensifs d'un an. Les mesures de couleur des muscles par spectrophotométrie (indice de luminosité et indice de rouge) ne révèlent pas de différences notables de couleur des muscles entre les différents types d'animaux, mais confirment une couleur rouge légèrement plus prononcée chez les animaux de 30 mois par rapport à ceux de 18 mois. La quantité de collagène total dans les muscles ne varie pas notablement avec l'âge d'abattage et le sexe, on relève cependant les valeurs les plus élevées chez les mâles entiers abattus à 30 mois. Ce collagène est plus soluble chez les jeunes animaux d'un an (42 % pour le Long dorsal), moins soluble chez les animaux de 30 mois (23 %), le Long dorsal des animaux de 18 mois occupe une position intermédiaire (28 et 32 %).

**Tableau 2**  
**Caractéristiques physico-chimiques des muscles**

| Sexe                           | Mâles |      |      | Femelles |      |
|--------------------------------|-------|------|------|----------|------|
| Age abattage (mois)            | 12    | 18   | 30   | 18       | 30   |
| <b>Protéines (mg/g frais)</b>  |       |      |      |          |      |
| Long dorsal                    | 207   | 207  | 203  | 217      | 215  |
| Semitendineux                  | 199   | 210  | 200  | 218      | 216  |
| Triceps                        | 199   | 198  | 214  | 220      | 213  |
| <b>Myoglobine (mg/g frais)</b> |       |      |      |          |      |
| Long dorsal                    | 8,3   | 7,4  | 8,2  | 8,5      | 9,2  |
| Semitendineux                  | 6,2   | 5,6  | 6,0  | 5,9      | 6,6  |
| Triceps                        | 8,3   | 7,6  | 8,2  | 8,1      | 8,1  |
| <b>Collagène (mg/g frais)</b>  |       |      |      |          |      |
| Long dorsal                    | 4,44  | 3,88 | 4,15 | 3,22     | 3,75 |
| Semitendineux                  | 4,66  | 5,26 | 5,70 | 3,92     | 5,18 |
| Triceps                        | 4,72  | 5,53 | 6,47 | 4,43     | 5,47 |
| <b>Collagène soluble (%)</b>   |       |      |      |          |      |
| Long dorsal                    | 42    | 28   | 23   | 32       | 23   |
| Semitendineux                  | 40    | 27   | 23   | 30       | 19   |
| Triceps                        | 34    | 29   | 24   | 31       | 21   |
| <b>Spectrophotométrie</b>      |       |      |      |          |      |
| <b>Luminosité</b>              |       |      |      |          |      |
| Long dorsal                    | 29,7  | 31,1 | 31,2 | 32,0     | 30,6 |
| Semitendineux                  | 33,7  | 35,1 | 34,6 | 35,5     | 33,7 |
| Triceps                        | 31,4  | 32,7 | 32,0 | 33,1     | 30,7 |
| <b>Indice de rouge</b>         |       |      |      |          |      |
| Long dorsal                    | 11,2  | 10,2 | 10,4 | 10,9     | 10,9 |
| Semitendineux                  | 12,4  | 11,4 | 12,4 | 11,5     | 12,3 |
| Triceps                        | 11,8  | 11,4 | 11,0 | 11,9     | 11,1 |

## 2.3 CARACTÉRISTIQUES CONTRACTILES ET MÉTABOLIQUES DES MUSCLES

Le muscle squelettique est composé de fibres musculaires entourées de tissu conjonctif. Les fibres interviennent dans la contraction musculaire (Encart 1), alors que le tissu conjonctif, riche en collagène joue un rôle de soutien du muscle et de transmission de l'effort.

Les qualités organoleptiques de la viande dépendent des caractéristiques du muscle. En particulier, il a été montré notamment chez le bovin, que la tendreté de la viande dépend en partie de la teneur en collagène et du type de fibre musculaire. La

proportion des différents types de fibres d'un muscle conditionne en effet la vitesse de maturation. Ainsi chez les bovins, les muscles renfermant une forte proportion de fibres rapides glycolytiques, IIB (muscles blancs) mûrent plus vite, ce qui est un facteur positif pour la tendreté de la viande (Valin, 1988). Cependant, les muscles rouges renfermant plus de lipides intramusculaires, ont une saveur supérieure.

### Comparaison aux muscles de bovins

L'analyse comparative par électrophorèse SDS-PAGE des muscles de cerfs et de bovins ne révèle aucune différence dans la nature des isoformes de myosine (lente et rapide) chez ces deux espèces. Le muscle CT qui est complètement rapide chez le bovin, ne contient également que les myosines rapides chez le cerf. De la même façon, le muscle Ma, entièrement lent chez le bovin, ne renferme que l'isoforme de myosine lente chez le cerf. Les muscles ST, LT et TB présentent une composition mixte en isoformes de myosine chez le cerf comme chez le bovin.

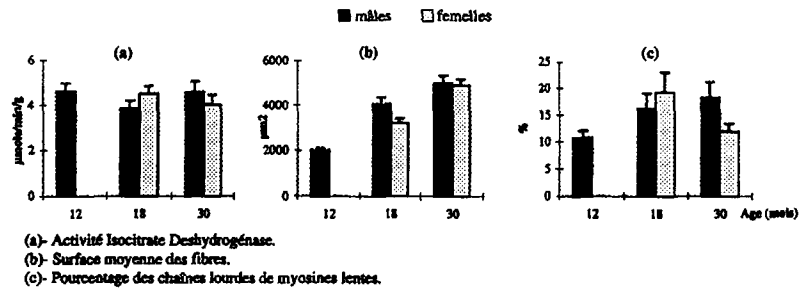
Le fait que les muscles de cerfs renferment les mêmes isoformes de myosine que ceux de bovins offre l'avantage de pouvoir appliquer les différentes techniques d'études des types de fibres mises au point chez le bovin pour caractériser les muscles de cerfs. En particulier, le dosage immunologique ELISA qui permet de quantifier la proportion de myosine lente ou rapide d'un muscle (Picard, 1994) peut-être utilisé.

Si les isoformes de myosine sont identiques chez le cerf et le bovin, la proportion des différents types de fibres des muscles étudiés est toutefois différente entre les deux espèces. Les muscles de cerfs ont une proportion en myosine lente, donc en fibres de type I, plus faible que ceux de bovins (9,3 vs 28,6 par exemple dans le long dorsal). Cependant l'activité ICDH (oxydative) est de 3 à 8 fois supérieure dans les muscles de cerfs. Etant donné que ce sont les fibres I qui présentent la plus forte activité oxydative, l'ensemble de ces données indique la présence d'une plus forte proportion de fibres de type IIA (rapide oxydo-glycolytique) dans les muscles de cerfs. En effet, les résultats d'histochimie effectuée uniquement sur les animaux de 12 mois montrent une proportion beaucoup plus élevée de fibres de types IIA dans les différents muscles de cerfs (45 à 66% vs 20% chez le bovin) et au contraire une plus faible proportion de fibre IIB (rapides glycolytiques). Cette composition particulière correspondrait peut être à une aptitude spécifique des cerfs à un exercice physique important. De nombreux résultats bibliographiques chez différentes espèces, montrent en effet que l'exercice provoque une augmentation du métabolisme oxydatif et de la proportion de fibres rapides oxydo-glycolytiques. La surface moyenne des fibres par contre, ne montre pas de différences significatives entre muscles de cerfs et de bovins à même âge physiologique.

### Evolution avec l'âge et le sexe

Chez les cerfs mâles on observe avec l'âge une diminution de l'activité oxydative ICDH entre 12 et 18 mois, puis une augmentation de cette activité entre 18 et 30 mois (Fig. 1a). Par contre, chez les femelles le métabolisme oxydatif et la proportion de myosine lente diminuent entre 18 et 30 mois (Fig. 1, a et c). Cette évolution avec l'âge des caractéristiques contractiles et métaboliques des muscles de cerfs est tout fait analogue à celle observée chez le bovin. En effet, chez le bovin mâle, l'activité oxydative des muscles diminue entre la naissance et environ 12 mois puis réaugmente par la suite (Jurie et al., 1995). Au contraire, chez des femelles (vaches et génisses) l'activité oxydative poursuit sa diminution jusqu'à 32 mois puis augmente (Geay, données non publiées). Ainsi, avec le

Figure 1  
Evolution avec l'âge des caractéristiques musculaires des muscles de cerfs mâles et femelles



vieillessement les muscles de cerfs comme ceux de bovins sont de plus en plus rouges oxydatifs. Ces différences d'évolution des caractéristiques musculaires entre mâles et femelles se traduisent par des muscles plus oxydatifs avec plus de fibres lentes chez les femelles à 18 mois et au contraire chez les mâles à 30 mois. La surface moyenne des fibres par contre, augmente avec l'âge de la même façon pour les deux sexes.

## CONCLUSIONS

Le cerf mâle, conduit au pâturage durant la saison d'herbe et abattu à 18 ou 30 mois présente une proportion de muscle élevé et un état d'engraissement limité (5%). Cependant, la période d'abattage est située à la fin de la saison du rut, qui explique l'émaciement et les faibles performances zootechniques des animaux. (Thimonier et Thériez, 1997). L'augmentation de l'âge d'abattage de 18 à 30 mois permet donc chez le mâle d'accroître le poids de carcasse et de muscles (+ 35 %) sans modification notable de la composition de ces carcasses. Chez le jeune mâle d'un an, un niveau d'alimentation et des vitesses de croissance élevées ainsi que l'absence de rut au moment de l'abattage expliquent les performances zootechniques correctes de poids et surtout les états d'engraissement plus importants obtenus ( plus de 60 kg de carcasse et 19 % de dépôts adipeux dans la carcasse). Les femelles ont un développement pondéral relativement plus rapide et une évolution de la composition corporelle plus précoce. Le fait d'allonger le cycle de production n'augmente pas les poids des carcasses et des muscles, ni ne change la composition de la carcasse (4, 2 % de dépôts adipeux). Ces résultats confirment la possibilité d'utiliser des femelles surnuméraires dès 18 mois, compte tenu de leur développement précoce, ou de raisonner l'abattage des mâles à 18 ou 30 mois, voire à 1 an après une conduite intensive, selon les contraintes des exploitations et la demande des marchés. Cette production de cerf d'un an a néanmoins un coût de production élevé compte tenu du niveau de complémentation nécessaire et fournit des carcasses ayant un état d'engraissement important qui ne correspond pas à l'image du produit recherché par le consommateur.

Les caractéristiques physiques et chimiques des muscles (critères de coloration des muscles, teneur en collagène...) semblent assez peu dépendre des différents types d'animaux étudiés selon le sexe et l'âge. Par contre, la solubilité à chaud du collagène décroît sensiblement avec l'âge, de façon homogène chez les mâles et chez les femelles (40 % à un an contre 20 % à 30 mois d'âge.). Cette solubilité demeure élevée jusqu'à 30 mois ce qui est favorable à la production d'une viande tendre.

Les muscles de cerfs présentent des caractéristiques contractiles particulières, à savoir une forte proportion de fibres rapides oxydo-glycolytiques (IIA) et au contraire une faible proportion de fibres lentes oxydatives (I) et rapides glycolytiques (IIB), ainsi qu'un métabolisme oxydatif très élevé. Ces caractéristiques se traduisent par des muscles plus rouges que ceux des bovins et présentant une meilleure flaveur.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier les équipes de l'Installation expérimentale de Theix pour le suivi d'élevage expérimental des animaux et les équipes des laboratoires (LAHM et LCMH) pour leur participation aux travaux d'analyse.

### Encart 1 : Caractérisation des types contractiles et métaboliques des fibres musculaires

Chez les mammifères adultes 3 principaux types de fibres ont été identifiés. Ces fibres sont classées en fonction de leur vitesse de contraction et de leur métabolisme. On distingue les fibres à vitesse de contraction lente et à métabolisme oxydatif, appelées de type I, elles sont contenues dans les muscles rouges et interviennent dans des mouvements longs et modérés. A l'opposé, les fibres à vitesse de contraction rapide et à métabolisme glycolytique nommées de type IIB, constituent en majorité les muscles blancs et interviennent dans des mouvements brefs et intenses. En position intermédiaire les fibres à vitesse de contraction rapide et à métabolisme oxydo-glycolytique, ou de type IIA, sont contenues dans les muscles rouges-rapides et sont impliquées dans des mouvements intermédiaires. Chaque muscle est composé d'un mélange en proportion variable, de ces différents types de fibres. A l'intérieur de ces fibres sont organisées les protéines contractiles dont la majoritaire est la myosine. C'est cette dernière qui est responsable de la vitesse de contraction. Elle existe sous différentes formes spécifiques (isoformes) de chacune des fibres décrites précédemment. Le type métabolique du muscle (oxydatif ou glycolytique) qui dépend de la composition en ces différents types de myosine, est caractérisé par la mesure de l'activité d'une enzyme telle que l'Isocitrate Déshydrogénase (ICDH) spécifique du métabolisme oxydatif, et de la Lactate Déshydrogénase (LDH) représentative du métabolisme glycolytique.

## RÉFÉRENCES

- ANSAY M. 1974. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys., 14, 471-486.  
 BRELURUT A., CHARDONNET P., BENOIT M., 1997. Renc. Rech. Ruminants, 4, (cette publication).  
 BRIAND M., TALMANT A., BRIAND Y., MONIN G., DURAND R. 1981. Eur. J. Appl. Physiol. 46, 359-365.  
 JURIE C., ROBÉLIN J., PICARD B., GEAY Y. 1995. Meat Science, 41, 125-135.  
 LAEMMLI U.K. 1970. Nature, 227, 680-685.  
 MICOL D., BRELURUT A., THÉRIEZ M., 1994. 3<sup>rd</sup> Congress on the Biology of Deer, Edimburg, (sous presse).  
 PETER J.B., BARNARD R.J., EDGERTON V.R., GILLESPIE C.A., STEMPER K.E., 1972. Biochem., 11, 2627-2633.  
 PICARD B., LÉGER J.O.C., ROBÉLIN J. 1994. Meat Science, 36, 333-343.  
 THÉRIEZ M., 1989. INRA Prod. Anim., 2 (2), 105-116  
 THIMONIER J., THÉRIEZ M., 1997. Renc. Rech. Ruminants, 4, (cette publication).  
 VALIN C. 1988. Reprod. Nutr. Dev., 28, 845-856.