

Importance de la variabilité génétique et du mode d'élevage des bovins sur les caractéristiques musculaires et les qualités organoleptiques de leurs viandes

Y. GEAY (1) ET G. RENAND (2)

INRA

(1) *Laboratoire Croissance et Métabolismes des Herbivores, Clermont-Ferrand / Theix*

(2) *Station de Génétique Quantitative et Appliquée, Jouy-en-Josas*

RÉSUMÉ – Chez les bovins, la composition chimique et la structure des muscles à l'abattage jouent un rôle important sur les qualités organoleptiques des viandes ; ce texte présente les principaux effets, sur ces caractéristiques musculaires, du type génétique et des méthodes d'élevage. Bien que la variabilité génétique apparente des qualités organoleptiques soit faible, celle des caractéristiques musculaires est nettement plus élevée, surtout pour la teneur en lipides. Il existe des différences génétiques de tendreté liées soit au collagène (effet culard), soit à la vitesse de maturation myofibrillaire (effet *Bos indicus*). La teneur en pigments et en lipides augmente avec l'âge, ainsi que la réticulation du collagène et par suite la dureté de la viande, bien plus que la teneur en collagène qui dépend surtout du type de muscle. La castration s'accompagne d'une réduction de la teneur en collagène, d'une augmentation de sa solubilité, d'un accroissement de la proportion de fibres glycolytiques à maturation plus rapide. L'augmentation du niveau alimentaire a des effets qui dépendent de l'âge durant lequel elle est appliquée. En finition, ses effets sont bénéfiques pour la saveur mais aussi pour la tendreté.

Effect of genotype and management on muscle characteristics and sensorial meat qualities in cattle

Y. GEAY (1) ET G. RENAND (2)

Renc. Rech. Ruminants, 1994, **1**, 177 – 182

SUMMARY – In cattle, biochemical composition and structure of muscle at slaughter play a fundamental role in the post mortem evolution and in the organoleptic qualities of meat. This paper reviews the main effects of genotype and management on these biological characteristics of muscle. Although the genetic variability of sensorial qualities is low, that of muscle characteristics is high, mostly for the intramuscular fat. There are genetic differences in tenderness related either to collagen content (double muscle effect), or to the rate of aging (*Bos Indicus* effect). The lipid content, the heme iron content and the cross-links between collagen molecules increase with age much more than the collagen content which is dependent on muscle type. Castration of cattle is associated with a decrease in collagen content, an increase in its solubility, a shift of fiber type from IIA to IIB and an increase in lipid content. The effect of feeding level depends on age. During the fattening period the higher the feeding level, the higher the flavor and tenderness.

INTRODUCTION

Depuis de nombreuses années, divers travaux ont montré, (cf. article de C. Touraille dans cet ouvrage) que les qualités organoleptiques de la viande bovine sont sous la dépendance, non seulement des conditions d'abattage et de transformation du muscle en viande, mais aussi de la composition et de la structure du muscle à l'abattage. A ce niveau, force est de constater l'existence d'une importante variabilité entre animaux. Cette variabilité individuelle résulte des effets de tous les facteurs du milieu, dont les techniques d'élevage et des effets du génotype. L'objet de cet article est donc de montrer en quoi le choix de la race de l'animal et de son mode de conduite peut influencer sur les caractéristiques musculaires et par là sur les qualités organoleptiques des viandes.

1. VARIABILITÉ GÉNÉTIQUE

Si une part des effets du génome sur les qualités de la viande peut être identifiée à un effet racial moyen ou éventuellement à l'effet d'un gène connu, ces qualités résultent de l'action d'un grand nombre de gènes qui sont à l'origine de la variabilité génétique intrarace. L'importance de cette dernière est mesurée par l'héritabilité (h^2), égale au rapport de la variabilité génétique additive (transmissible entre générations) sur la variabilité individuelle.

Nos connaissances sur la variabilité génétique des qualités de la viande et des caractéristiques musculaires qui leur sont liées, seront présentées aussi bien intrarace qu'entre races à partir de revues bibliographiques récentes (Renand, 1988 ; Dikeman, 1990 ; Renand *et al.*, 1992 ; Kemp, 1994) et de résultats originaux récents (Wheeler *et al.*, 1990 ; Whipple *et al.*, 1990a ; Shackelford *et al.*, 1991, 1994 ; Gregory *et al.*, 1994 ; Renand *et al.*, 1994a, b).

Une des premières caractéristiques de la viande appréciable à l'achat est l'importance des dépôts adipeux visibles, qu'ils soient intermusculaires ou intramusculaires. A mêmes conditions d'élevage, il existe une grande variabilité entre animaux quant à leur aptitude à s'engraisser. Des différences de teneur en lipides intramusculaires dans le muscle *longissimus dorsi*, de plus de 15 g/kg entre races paternelles extrêmes ont été mises en évidence alors que les valeurs moyennes sont seulement comprises entre 15 et 40 g/kg selon les études. Le classement des races sur ce critère est tout à fait opposé au classement sur le rendement en muscles avec une corrélation de $r = -0,95$ en moyenne. Dans ce classement, des races à viande britanniques, caractérisées par les viandes les plus grasses, s'opposent aux races culardes qui ont des viandes particulièrement maigres. Les races à viande continentales et les races mixtes se situent entre ces extrêmes, les viandes des secondes étant plus grasses que celles des premières. A cette forte variabilité entre races s'ajoute une variabilité génétique intrarace également élevée : $h^2 = 0,50$ pour l'adiposité des carcasses et $h^2 = 0,45$ pour la teneur des muscles en lipides, les dépôts adipeux étant fortement corrélés entre eux : la corrélation génétique $r_g = +0,64$. Par conséquent, il apparaît que le choix d'une race ou la sélection intra-

race sur la teneur en lipides intramusculaires peut difficilement se faire indépendamment de son aptitude à s'engraisser.

Bien que les différences de couleur, de jutosité et de flaveur de la viande entre races soient liées aux différences d'adiposité, il n'existe pas de résultats suffisamment homogènes pour conclure à l'existence de différences significatives entre races. Cette difficulté pour appréhender la variabilité génétique à partir de notes subjectives de jurys de dégustation, se traduit également par de faibles coefficients d'héritabilité intrarace : $h^2 = 0,14$, $h^2 = 0,10$ et $h^2 = 0,12$ respectivement pour ces trois caractères. La flaveur apparaît génétiquement plus liée à la teneur en lipides intramusculaires : $r_g = +0,50$, que la jutosité : $r_g = +0,35$ ou la couleur : $r_g = +0,20$. Une sélection de la teneur en lipides intramusculaires pour améliorer la flaveur est envisageable, mais avec l'inconvénient déjà soulevé d'une dégradation probable du rendement en muscles. Pour ce qui concerne la couleur, une mesure objective de la réflectance permet une meilleure mise en évidence de la variabilité génétique : $h^2 = 0,26$. Une récente étude de la teneur en pigments a donné un coefficient nettement plus élevé : $h^2 = 0,73$ et une corrélation génétique avec les lipides intramusculaires de $r_g = +0,23$.

Les estimées les plus récentes des paramètres génétiques intrarace des critères de tendreté mettent en évidence une héritabilité relativement modeste de la note de tendreté appréciée par un jury : $h^2 = 0,20$, mais une héritabilité plus élevée de la force de cisaillement : $h^2 = 0,30$. Ainsi, s'il existe une variabilité génétique intrarace non négligeable de la tendreté, seule une mesure objective telle la force de cisaillement est apte à discriminer les différences entre animaux. Un certain nombre de travaux ont mis en évidence une interaction entre la tendreté et la teneur en lipides intramusculaires. Tout d'abord, les animaux qui ont une couverture adipeuse plus épaisse sont mieux protégés contre la contracture au froid en cas de réfrigération rapide (Seideman *et al.*, 1982). Plus directement, la teneur en lipides intramusculaires peut intervenir dans la texture de la viande après cuisson, d'autant plus que la température de cuisson est élevée. Ainsi, les études réalisées aux USA mettent en évidence une corrélation génétique élevée intrarace de $r_g = +0,5$ entre la tendreté et la teneur en lipides intramusculaires. Dans ces études, la tendreté était évaluée sur de la viande de bouvillons cuite à une température relativement élevée : 70°C. En revanche, sur de la viande de taurillons également cuite à 70° à coeur, Andersen *et al.* (1977) n'ont trouvé aucune relation entre ces caractéristiques. Par contre, Renand (1985) a trouvé une corrélation génétique positive ($r_g = +0,21$) entre l'adiposité des carcasses de taurillons et la dureté, mesurée par l'intensité de la force de cisaillement. Mais cette dernière était mesurée sur un échantillon de viande crue.

Les caractéristiques du tissu conjonctif et des fibres musculaires déterminent respectivement la dureté de base et l'évolution de la tendreté pendant la maturation *post mortem*. Dernièrement, l'héritabilité de la teneur et de la solubilité du collagène ont été estimées à $h^2 = 0,47$ et $h^2 = 0,12$ respectivement. La teneur en collagène décroît de la

race Holstein-Frisonne aux races mixtes et aux races à viande britanniques, puis des races à viande continentales aux races culardes. Ce classement est étroitement corrélé avec la tendreté ($r = -0,9$) ou avec la force de cisaillement ($r = +0,9$). Il a également été démontré que la faible teneur en collagène des muscles des animaux culards est une de leurs principales caractéristiques qui explique la plus grande tendreté de leur viande (Boccard, 1981 ; Bailey *et al.*, 1982 ; Hanset *et al.*, 1982). Toutefois, le collagène ne peut expliquer seul les différences de tendreté comme le prouvent d'autres études (Tatum *et al.*, 1990 ; Whipple *et al.*, 1990a ; Uytterhaegen *et al.*, 1994).

L'héritabilité de la proportion des différents types de fibres ou de la mesure des activités contractiles ou métaboliques est proche de $h^2 = 0,30$. Il n'existe pas d'effet racial bien clair sur cette caractéristique, si ce n'est que les animaux croisés issus de la race cularde Piémontaise ont des muscles avec une forte proportion de fibres IIB (blanches rapides, cf. article de C. Touraille dans cet ouvrage). Pour l'instant nous ne disposons pas d'estimées des corrélations génétiques qui peuvent exister entre les caractéristiques contractiles et métaboliques d'une part et les qualités organoleptiques d'autre part. Ockerman *et al.* (1984), Seideman et Crouse (1986), Whipple *et al.* (1990b) et Crouse *et al.* (1991) ont trouvé, en étudiant les relations individuelles entre animaux, que dans leurs conditions de mesure, la tendreté allait de pair avec une moindre proportion de fibres blanches et rapides. Ces résultats vont à l'encontre des travaux rapportés par Ouali (1991) qui montrent que la vitesse de maturation *post mortem* est plus rapide dans les muscles qui ont la plus forte proportion de fibres à contraction rapide et à métabolisme glycolytique. La variabilité individuelle et la variabilité entre muscles ne semblent donc pas conduire aux mêmes lois. Des recherches sont donc nécessaires pour appréhender les corrélations génétiques entre la tendreté et ces caractéristiques des fibres musculaires.

Enfin, l'évolution de la tendreté au cours de la maturation résulte de l'interaction entre la sensibilité des protéines myofibrillaires à l'action des enzymes protéolytiques et la nature de ces enzymes. Il a été montré que la viande des animaux du type *Bos indicus* est plus dure que celle des animaux du type *Bos taurus* parce que l'activité de la calpastatine (inhibiteur des calpaïnes) y est nettement plus élevée alors qu'il n'y a pas de différences d'activité des protéases (calpaïnes et cathepsines), ni de la teneur en collagène, ni du typage des fibres.

De même, Uytterhaegen *et al.* (1994) expliquent la moindre tendreté des animaux Blanc Bleu Belge culards de leur expérience par rapport aux animaux non culards par un moindre ratio calpaïnes/calpastatine, alors que les muscles des animaux culards contiennent moins de collagène et que celui-ci est plus soluble. Intrarace, Whipple *et al.* (1990b) ont montré que l'activité de la calpastatine était la caractéristique biologique du muscle qui expliquait la plus grande part de la variabilité individuelle de la tendreté. Enfin, une première étude sur la variabilité génétique intrarace de cette activité a permis d'obtenir une estimée de $h^2 = 0,65$ pour l'activité de la calpastatine.

2. INFLUENCE DU MODE D'ÉLEVAGE

2.1. EFFET DE L'ÂGE

Au cours de la croissance et du vieillissement, la structure et la composition des muscles évoluent avec l'âge, entraînant une augmentation de la dureté, de l'intensité de la flaveur et de la couleur (Boccard *et al.*, 1979 ; Rennerre et Valin, 1979 ; Touraille, 1982), variable selon les muscles, en fonction de leur position anatomique et de leur fonction physiologique : maintien de la posture ou participation aux mouvements.

L'augmentation de la dureté d'origine collagénique est à relier davantage à une réduction de la solubilité de cette protéine qu'à un accroissement de sa teneur. En effet, celle-ci décroît après la naissance (Boccard *et al.*, 1979), les protéines collagéniques étant de plus en plus diluées par les protéines myofibrillaires dont l'apparition est plus tardive. Par la suite, dans les muscles à forte teneur en collagène, celle-ci s'accroît légèrement après la puberté (Boccard *et al.*, 1979 ; Kopp et Bonnet, 1982). En revanche, elle se stabilise, au moins jusqu'à 20 mois, dans les muscles pauvres en collagène (Long dorsal, Semitendineux).

La solubilité du collagène dans l'eau et sous l'action de la chaleur décroît progressivement lorsque l'âge augmente et la viande devient de moins en moins tendre (Gerrard *et al.*, 1987). Ces changements sont généralement attribués à une augmentation graduelle du nombre de liaisons intermoléculaires stables.

Bien que le nombre de fibres dans un muscle considéré soit relativement fixé à la naissance (Ashmore *et al.*, 1972), la proportion des différents types de fibres n'est pas constante dans la plupart des muscles (Ashmore, 1974). Durant la première partie de la vie, au moins jusqu'à 12 mois chez les bovins mâles, divers auteurs ont montré une graduelle réduction de la proportion des fibres IIA (rouges rapides oxydo-glycolytiques) au bénéfice des fibres IIB (blanches rapides glycolytiques). L'activité glycolytique du muscle s'accroît (Jurie *et al.*, 1994). Après 12 mois, chez les mâles entiers, cette évolution se ralentit, puis s'inverse progressivement : l'activité oxydative se développe. En revanche, le nombre de fibres à contraction lente (de type I) reste constant quel que soit l'âge.

Le type de fibres a également un rôle déterminant sur l'intensité de la flaveur et de la jutosité (cf. article de C. Touraille). Les fibres rouges lentes induisent une meilleure flaveur et une plus forte jutosité. Ces fibres métabolisent et stockent plus d'acides gras que les fibres blanches. Aussi l'accroissement, au cours du vieillissement, de l'activité oxydative peut-il être relié à l'augmentation de l'adiposité et par suite à celle de l'intensité de la flaveur.

L'âge, enfin, a un effet très prononcé sur les différentes caractéristiques de la couleur, comme l'a observé Rennerre (1982). La concentration en myoglobine augmente au cours de la croissance, plus rapidement après la puberté qu'avant, jusqu'à un maximum, variable selon les muscles

et selon le sexe des animaux (Renner, 1980). Dans le même temps la luminosité de la couleur diminue, la viande devient plus sombre. Enfin, la stabilité de la couleur se réduit, la myoglobine oxydée prenant une couleur sombre. Les muscles lents et rouges, dont la consommation d'oxygène est importante, sont les plus instables.

2.2 EFFETS DU SEXE ET DES ANABOLISANTS

Lorsque l'on compare les animaux à même âge, au-delà de la puberté, la viande des mâles entiers est moins tendre que celle des mâles castrés, elle-même moins tendre que celle des femelles. Ces différences peuvent s'expliquer en partie par des différences de solubilité du collagène, en partie par des différences de type métabolique et contractile des fibres.

Ainsi, la moindre teneur en collagène des muscles de génisses à 13 et 24 mois, par rapport à ceux des taurillons, est un élément déterminant des différences de tendreté entre les 2 types d'animaux, notées par Kopp et Bonnet (1982.) De même, Liboriussen *et al.* (1977) constatent une plus forte teneur en collagène chez des taurillons que chez des bouvillons entre 12 et 24 mois, au niveau des muscles les plus durs, accompagnée d'une chute de la solubilité. Toutefois, cette différence, qui se met en place entre 9 et 12 mois, est précédée durant cette première phase d'un accroissement de la solubilité de ce collagène. Au démarrage de la puberté des mâles entiers, les fibres de collagène, bien que plus nombreuses que chez les castrés, ont une taille plus faible, sont moins réticulées et plus solubles (Damergi *et al.*, 1994).

Les différences de tendreté entre viandes issues des divers types d'animaux peuvent aussi être reliées aux modifications observées au niveau des fibres musculaires. Les androgènes augmentent la taille de toutes les fibres comme l'ont montré divers auteurs et ralentissent à même âge et à même poids, la conversion des fibres IIA (rouges rapides) en fibres IIB (blanches rapides), décrite précédemment (Mohan Raj *et al.*, 1991 ; Brandstetter, 1994). La proportion de fibres rouges à métabolisme oxydatif est donc plus importante chez les mâles entiers que chez les animaux castrés. Or, ces fibres mûrissent moins vite et utilisent davantage les acides gras que les fibres blanches, ce qui peut expliquer la plus faible proportion de dépôts adipeux des taurillons.

Enfin, la castration est associée à une augmentation de la flaveur, en relation avec l'accroissement de la teneur en lipides intramusculaires et à une augmentation de la jutosité (Touraille, 1982). En revanche, la castration ne semble pas modifier significativement la teneur en pigments des différents muscles (Mohan Raj *et al.*, 1991), mais élève les caractéristiques de luminosité ; la viande paraît moins sombre (Gariépy *et al.*, 1990). Lorsque les viandes de taurillons ont un pH normal, c'est-à-dire inférieur à 6, la couleur est aussi stable que celle des bouvillons (Renner et Valin, 1979).

La viande des femelles est plus tendre que celle des taurillons, à la fois du fait d'une plus faible teneur en collagène de leurs muscles et de sa plus grande solubilité (Kopp et Bonnet, 1982). Elles auraient en outre moins de

Tableau 1. Importance de la variabilité génétique et du mode d'élevage des bovins sur les caractéristiques musculaires et les qualités organoleptiques de leurs viandes

Facteurs de variations	Caractéristiques musculaires				Type de fibres	Qualités organoleptiques			
	Teneur en		Collagène			Couleur	Tendreté	Flaveur	Jutosité
	lipides	pigments	Teneur	Solubilité					
Variabilité génétique									
Entre race	+++	+	Effet Culard		?	ε	Effet Bos Indicus	ε	ε
Intra race	+++	+	+	+	++	ε	+	ε	ε
Age	↗↗↗	↗↗↗	↘	↘↘↘	⊗	↗↗↗	↘↘↘	↗↗↗	↗
Sexe - Hormones	+++	+	+	++	++	+	++	+	+
Niveau Alimentaire	+++	?	+	++	++	?	++	++	++
Nature de la ration	ε	+	?	?	?	+	?	+	+(?)
Stress avant abattage	-	-	-	-	-	+++	+	+	+++

Action très faible (ε), faible (+), modérée (++), importante (+++), évolution activités enzymatiques des types de fibres (⊗) et de la teneur en collagène (↘)

fibres de type I que les bouillons et un pourcentage plus élevé de fibres glycolytiques (Johnston *et al.*, 1981), ce qui devrait se traduire par une plus grande vitesse de maturation et une plus faible teneur en pigments. Celle-ci croît, cependant, plus rapidement chez les femelles, plus précoces sur ce point que les mâles et les différences sont d'autant plus importantes que les muscles sont plus colorés (Renner et Valin, 1979).

Les stéroïdes exogènes comme les endogènes diminuent la tendreté et la saveur de la viande (Touraille, 1984), en partie du fait d'une réduction de la proportion de fibres glycolytiques à maturation rapide (Clancy *et al.*, 1986). Les bêta-agonistes comme le cimatérol ou le clenbutérol accroissent la dureté des muscles tendres comme le long dorsal (Fiems *et al.*, 1990; Verstergaard *et al.*, 1994). Ceci ne semble pas dû aux modifications des caractéristiques collagéniques. En revanche, les bêta-agonistes ne changent pas les proportions respectives de fibres de type I et II mais accroissent la résistance myofibrillaire à la section (Berge *et al.*, 1990) (Tableau 1). Le cimatérol entraîne aussi une réduction significative de l'intensité de la couleur et de la teneur en lipides intramusculaires (Fabry *et al.*, 1990; Berge *et al.*, 1990; Vestergaard *et al.*, 1994). La réduction de la teneur en lipides suggère une réduction de la saveur qui n'a cependant pas été mesurée.

2.3. EFFETS DU STRESS

Le stress et l'accroissement de l'activité physique avant abattage se traduisent par une utilisation des réserves de glycogène comme source d'énergie, ce qui réduit, après abattage, la formation d'acide lactique, produit de sa dégradation et maintient le pH de la viande à un niveau trop élevé (supérieur à 6) pour assurer une bonne conservation (cf. article de Touraille). La reconstitution des réserves de glycogène est un phénomène très lent chez les bovins (10 jours d'après Mc Weight et Tarrant, 1981). Toutefois, la distribution de glucides rapidement fermentescibles (lactosérum, sorbitol) durant les 48 h précédant l'abattage semble réduire significativement la fréquence des carcasses à pH élevé (Institut de l'Élevage, 1994).

3. INFLUENCE DU NIVEAU ALIMENTAIRE ET DE LA COMPOSITION DE LA RATION

Le niveau alimentaire et la composition de la ration n'ont aucun effet sur la teneur en pigment des muscles du ruminant et donc sur la couleur de sa viande (Renner, 1986). Seul le veau préruminant, durant la période lactée, est carencé en fer et tout apport de cet élément dans la ration accroît l'intensité de la couleur.

Au cours de la conservation, le pigment s'oxyde plus ou moins en metmyoglobine de teinte brune (Renner, 1986; Andersen *et al.*, 1990), rejetée par les consommateurs, ainsi que les lipides, dont le rancissement produit une altération indésirable du goût et de l'odeur. La supplémentation en vitamine E (de l'ordre de 400 à 500 mg/j durant toute la phase de finition) permet de réduire significativement cette oxydation des lipides et stabilise la couleur. Les effets d'une variation du niveau alimentaire

sur le type métabolique et contractile des fibres vont dépendre, pour une espèce considérée, de la période durant laquelle elle est appliquée. Ainsi, une réduction des quantités de lait distribuées à des veaux durant les 4 premiers mois après la naissance, induisant une réduction de 43 % de la croissance s'est traduite vers 9 mois, après réalimentation *ad libitum*, par une réduction de la proportion des fibres rouges lentes (Type I), une augmentation de fibres blanches rapides (Type IIB) sans modifier la proportion de fibres rouges rapides (Picard *et al.*, 1994). Cet effet a cependant totalement disparu à 18 mois. Lorsque la restriction a lieu après le sevrage, la proportion de fibres de type IIB décroît, au bénéfice des fibres IIA (Yambayamba et Price, 1991). Ainsi, plus le niveau alimentaire se réduit et plus le métabolisme devient oxydatif, ce qui devrait s'accompagner d'un ralentissement de la vitesse de maturation de la viande. La réduction du niveau alimentaire durant la période de finition, entraîne par ailleurs, une diminution de la vitesse de croissance, du niveau de synthèse protéique, de la taille des fibres (Picard *et al.*, 1994) et de la proportion de collagène néoformé, plus soluble (Aberle *et al.*, 1981). Inversement, lorsque le niveau alimentaire s'accroît, la proportion de dépôts adipeux augmente et par suite la saveur (Miller *et al.*, 1987b).

La nature de la ration peut aussi modifier la composition des dépôts et influencer sur la saveur. Il est cependant souvent difficile de faire la part, à travers la littérature, de l'effet respectif du niveau et de la nature de la ration sur le type métabolique et contractile des muscles, dans la mesure où les comparaisons de rations n'ont pas été faites à même niveau d'apport d'énergie nette. Toutefois, un très fort accroissement de l'apport de protéines digestibles au niveau intestinal (+ 200 % par rapport aux recommandations INRA, 1988) à des boeufs charolais de 20 à 24 mois, sans modification de l'apport énergétique (Berge *et al.*, 1993), s'est traduit par une réduction de la proportion de lipides intramusculaires, de la teneur en pigments et de la tendreté, sans modification des caractéristiques collagéniques. Dans la même expérience ces auteurs observent qu'à même niveau alimentaire, le tourteau de lin en substitution du tourteau de soja conduit à une réduction de la teneur en pigments et de la jutosité et à une légère dégradation de la saveur. En revanche, l'élévation du niveau azoté de la ration, sans modification de l'apport énergétique, n'a pas modifié significativement l'adiposité de vaches de réforme charolaises, ni les caractéristiques de dureté, de couleur et de rétention d'eau des muscles considérés (Roux *et al.*, 1993).

CONCLUSION

Si les traitements technologiques auxquels sont soumis les carcasses et les viandes, après abattage, ont une grande influence sur les qualités organoleptiques, les résultats des recherches engagées au cours de ces dernières années montrent bien cependant (Tableau 1), que ces qualités dépendent également en partie de l'origine génétique de l'animal et de son mode de conduite.

BIBLIOGRAPHIE SUR DEMANDE

