

La conformation bouchère des agneaux. Etude d'après la variabilité génétique entre races

La valeur d'une carcasse d'agneau est déterminée à partir de sa conformation, appréciée par une notation relativement subjective. Cet article présente la synthèse de trois études permettant d'évaluer le degré de fiabilité de cette appréciation de la conformation.

La pertinence de la mesure de conformation des carcasses a souvent été controversée dans les milieux scientifiques au prétexte qu'elle n'est qu'un médiocre prédicteur de la composition corporelle et du développement relatif des différentes régions anatomiques de la carcasse. Le jugement de la conformation reste cependant un critère prépondérant dans la classification commerciale des carcasses et

de ce fait mérite qu'on s'attache à l'étude de sa signification biologique.

Ainsi, le système officiel français EUROP de classification commerciale des carcasses d'agneaux repose sur l'évaluation de la conformation par une notation à 5 niveaux (E, U, R, O et P, E étant meilleur que P), une appréciation de l'état d'engraissement selon une grille à 5 notes (1, 2, 3, 4 et 5, 1 étant le moins gras) et par la mesure du poids de la carcasse, réparti en trois catégories principales, de 12 à 16 kg, de 16 à 19 kg et de 19 à 22 kg (Onibev 1976, actuellement Ofival). Ces trois critères d'évaluation sont examinés indépendamment les uns des autres. L'appartenance à l'une ou l'autre de ces catégories de conformation, d'engraissement et de poids se traduit par des écarts de prix par kg de carcasse de l'ordre de 0,23 à 0,76 euro (1,5 à 5 FF) pour une classe de conformation, de 0,84 à 1,07 euro (5,5 à 7 FF) entre les classes de gras et de 0,15 à 0,53 euro (1 à 3,5 FF) pour une classe de poids. Ces cotations sont redéfinies chaque semaine, elles fluctuent en fonction des régions et de l'époque de l'année. A titre d'exemple, nous avons présenté les cotations du mois de février 2000 publiées par l'Ofival. Le prix moyen des carcasses durant cette période était de l'ordre de 4,57 euros (30 FF) par kg.

Le système EUROP a été mis en place en 1976 sur la base des travaux de Boccard *et al* (1960, 1961, 1964 et 1973). Il repose sur la distinction entre état d'engraissement d'une part et conformation d'autre part. Il se réfère à une méthode standardisée de description qualitative

Résumé

La conformation des carcasses est considérée par les différents acteurs de la filière ovine comme un critère important de la qualité. La grille de paiement des animaux se fonde en partie sur ce critère d'évaluation visuel. Cependant, ce critère est souvent sujet à controverse d'une part à cause de sa relative subjectivité, d'autre part à cause de la faiblesse de sa valeur prédictive pour le rendement en muscle. Les objectifs de cet article sont de présenter des résultats sur la signification biologique de la conformation et d'évaluer le degré de fiabilité de la mesure globale de conformation notamment pour l'amélioration génétique des qualités bouchères. Ce travail est une synthèse des résultats obtenus dans trois études indépendantes, fondées chacune sur la comparaison de deux types génétiques, l'un avec une bonne conformation, l'autre avec une conformation médiocre. La conformation est le reflet de la morphologie musculaire, plus particulièrement de l'épaisseur des muscles. L'augmentation d'épaisseur des muscles individuels est différentielle selon leur situation anatomique. L'amélioration de la conformation correspond à une augmentation du rendement de carcasse et du rendement musculaire. Le rapport du poids de muscle sur le poids d'os est augmenté. Cela correspond à une diminution du pourcentage d'os et parfois à une augmentation du pourcentage de muscle. Le plus souvent les muscles individuels ont une répartition pondérale différentielle sur les segments de carcasse. L'adiposité n'augmente pas avec la conformation. L'augmentation des épaisseurs musculaires s'accompagne d'un glissement des caractéristiques contractiles vers des isoformes de myosine de type rapide. Enfin, ces études ont montré que certains caractères biologiques sont davantage des caractères raciaux que la conséquence d'une différence de conformation.

de profils musculaires définie à partir des travaux d'Houdinière (1957). La conformation se définit, selon De Boer *et al* (1974), par l'épaisseur de l'ensemble des muscles et des graisses inter- et intra- musculaires (charnure ou *fleshiness*), rapportée aux dimensions du squelette. La forme et le profil apparent de la musculature, visibles sur la face externe de la carcasse, sont révélateurs de sa musculature sous-jacente, de son importance relative et de sa compacité. La mesure de la conformation est globale, synthétisant l'appréciation portée sur les trois postes principaux que sont les gigots, les reins et l'épaule, et subjective, reposant sur l'œil et la main de l'expert sans autre outil de mesure. L'évaluation de la conformation doit s'abstraire de la taille et du poids de la carcasse.

Dans un cadre expérimental, la conformation peut être appréciée par la prise de différentes mensurations (Boccard *et al* 1964), dont notamment la longueur périnée-jarret (Palson 1939). Des mesures objectives du développement musculaire (poids de muscle/poids d'os) et de la musculation, calculée à partir de la longueur du fémur et du poids des muscles qui le recouvrent (Purchas *et al* 1991), sont également utilisées pour qualifier les carcasses. Ces index présentent de bonnes relations avec la note de conformation, mais ne sont pas des indicateurs de rendement en muscle (Dumont 1971, Kempster *et al* 1982, Anous 1986a, Purchas *et al* 1991).

Sous l'effet de la concurrence internationale, notamment d'Europe du Nord, l'élevage français cherche à améliorer la conformation de ses agneaux, soit en race pure, soit en croisement terminal avec des béliers de races bouchères spécialisées. Dans les deux cas, la sélection des races concernées repose sur la détermination de reproducteurs d'élite évalués à partir du système EUROP le plus souvent affiné par l'utilisation d'une échelle élargie (entre 9 et 1) de la classification EUROP (E, U+, U, R+, R, O+, O, P+, P) et des mesures objectives qui lui sont associées. L'existence d'un déterminisme génétique (héritabilité de l'ordre de 25 %) sur lequel reposent les programmes de sélection nationaux, a été démontrée par Bouix *et al* (1986). La démarche de sélection se fonde sur le contrôle de la descendance des candidats reproducteurs dans des

protocoles d'abattage à poids fixés adéquats.

Concernant la qualité de la viande, on a observé dans d'autres espèces, notamment l'espèce porcine, une corrélation génétique défavorable entre la qualité de la viande et la quantité relative de muscle de la carcasse. Donc par analogie, chez les ovins, une sélection visant à augmenter le développement musculaire et à restreindre l'état d'engraissement, ne risque-t-elle pas d'avoir des effets indésirables sur la qualité de la viande ?

Le propos de cet article est tout d'abord de faire état de résultats de travaux sur la signification biologique de la conformation en terme de dimensions de carcasse, de développement relatif des constituants anatomiques, depuis l'animal sur pied jusqu'aux constituants anatomiques d'une région particulière (poids et dimensions des muscles et des os). Les résultats présentés regroupent trois études réalisées indépendamment au cours d'années successives et basées chacune sur la comparaison de deux types génétiques, l'un bien conformé (+), l'autre moins bien (-). Il s'agit également d'évaluer le degré de fiabilité de la mesure globale de la conformation, notamment pour l'amélioration génétique des qualités bouchères, en réfléchissant à des moyens objectifs d'évaluation du développement musculaire à utiliser en complément ou en remplacement de la notation subjective globale. Enfin, nous envisageons de montrer les implications de l'amélioration de la conformation sur la qualité de la viande. Pour cela nous avons choisi de mesurer la composition des muscles en chaînes lourdes de la myosine parce que cette mesure des propriétés contractiles du muscle est un indicateur des variations de la composition chimique des muscles, et par conséquent des variations de certaines des qualités des viandes (Klont *et al* 1998).

1 / Animaux, mesures et analyses

1.1 / Les animaux (tableau 1)

Les animaux ont été étudiés à poids fixé pour le type génétique et la conduite d'éleva-

Tableau 1. Données concernant les animaux des trois études (M : mâle, F : femelle).

Mode d'élevage	Etude 1		Etude 2		Etude 3	
	Pâturage puis aliment commercial en bergerie		Aliment commercial en bergerie		Aliment commercial en bergerie	
Types génétiques ⁽¹⁾	Charmoise (+)	Rava (-)	BER (+)	BMC (-)	F2(+)	BC(-)
Effectif et sexe	11 M	12 M	20 M	19 M	157 M et F ⁽²⁾	210 M et F ⁽³⁾
Age à l'abattage (j)	213	167	119	120	143	141
Poids à l'abattage (kg)	35	38	38,5		M : 39, F : 33	
Poids d'ajustement pour analyses statistiques	Poids vif vide des Rava : 35 kg		Poids vif : 38,5 kg		Poids vif : M : 39 kg, F : 33 kg	

⁽¹⁾ (+) génotype de bonne conformation, (-) génotype de conformation moins bonne.

BMC (-) = Blanc du Massif Central X Romanov

BER (+) = Berrichon du Cher X Romanov

BC (-) = (Texel belge X Romanov) X Romanov

F2 (+) = (Texel belge X Romanov) X (Texel belge X Romanov)

⁽²⁾ dont 146 pour mesures détaillées.

⁽³⁾ dont 96 pour mesures détaillées.

ge de façon à assurer un développement musculaire relativement important par rapport au développement du tissu adipeux.

Dans l'étude 1, les races ont été choisies de manière à représenter des modèles de conformation extrêmes, avec des gigots rebondis et courts pour la race Charmoise(+) et des gigots plats et allongés pour la race Rava(-), respectivement *blocky* et *leggy* selon Kirton *et al* (1967). Ces animaux présentaient l'inconvénient d'avoir un format et une maturité à l'abattage différents. Les animaux de chacune des deux races provenaient de deux élevages privés. Pour les études 2 et 3, les types génétiques comparés ont été choisis de façon à générer *a priori* des différences de conformation entre génotypes de formats relativement voisins. Les béliers Berrichons du Cher de l'étude 2 sont classiquement utilisés comme mâles de croisement terminal pour améliorer les aptitudes bouchères des agneaux produits par des races locales de conformation inférieure telles que la Blanche du Massif Central, par exemple. La race Texel belge de l'étude 3 se caractérise par une hypertrophie musculaire comparable à celle des bovins culards, à l'inverse la race Romanov présente une très mauvaise conformation. Les écarts entre F2(+) et BC(-) correspondent à la substitution de 25 % de gènes d'origine Texel par 25 % de gènes d'origine Romanov. Dans l'étude 3, les mesures de découpe ont été réalisées sur un effectif réduit à 146 agneaux F2(+) et 96 agneaux BC(-). Les animaux ont été élevés dans des conditions identiques dans le même élevage expérimental de Langlade (INRA-Toulouse), abattus au même poids fixé par sexe et à des stades de développement comparables.

Les animaux des études 1 et 2 ont été abattus à l'abattoir expérimental de l'INRA à Jouy-en-Josas, ceux de l'étude 3, à l'abattoir industriel de Saint-Gaudens.

Concernant la conformation, les carcasses des animaux des études 1 et 2 n'ont pas été notées. L'écart entre les deux races de l'étude 1 est de l'ordre de 2,4 notes EUROP (Perret 1986). L'écart entre les deux génotypes, calculé sur 50 BER et 46 BMC contemporains des animaux de l'étude 2, était de 0,81 note EUROP élargie (respectivement 4,14 et 3,33) pour la conformation et 0,25 note EUROP élargie (respectivement 5,85 et 5,59), pour l'état d'engraissement (J. Bouix, comm. pers.). Dans l'étude 3, les animaux ont été notés individuellement à l'abattoir pour leur conformation et pour leur état d'engraissement (voir résultats).

1.2 / Les mesures

Les protocoles des études 1 et 2 sont identiques. L'étude 3 concerne un nombre d'animaux plus important et suit un protocole différent. Les variables mesurées ne sont donc pas strictement les mêmes pour chacune des études. L'évaluation commerciale de la conformation et de l'engraissement a été réalisée dans l'étude 3. Les poids vifs des animaux, les poids des carcasses (études 1, 2 et 3), les poids vifs vides (études 1 et 2) ont été mesurés.

Les carcasses ont été photographiées dans des conditions standard (Laville *et al* 1996). Des mensurations ont été relevées sur les images numérisées des carcasses (logiciel Optimas). D'autres mesures ont été réalisées directement sur les carcasses, à l'abattoir. Ces mensurations sont en partie adaptées des mesures classiquement utilisées dans les programmes d'évaluation génétique des reproducteurs d'après Boccard *et al* (1964). Sur la face dorsale de la carcasse (figure 1) ont été mesurées la plus grande largeur de la carcasse au bassin (G), au thorax (LAC) et la largeur de la carcasse aux épaules (M). Sur la face latérale de la carcasse ont été mesurées la longueur du dos (K, distance verticale entre la base de la queue et la base du cou), la profondeur de la poitrine (TH), et l'angle déterminant le rebondi du gigot (ANG). Sur la face ventrale a été mesurée l'épaisseur de l'os à la malléole (MAL), et la longueur du membre postérieur mesurée directement sur la carcasse entre la base de la symphyse pubienne et l'articulation tarso-métatarsienne (F). Les index de compacité des gigots et de la carcasse ont été calculés respectivement comme les rapports de G divisé par F et de G divisé par K.

Le membre postérieur (gigot – études 1, 2 et 3), le membre antérieur (épaule – étude 3) et la région lombaire (filet – étude 3) ont été découpés comme décrit par Boccard et Dumont (1955) puis pesés. La proportion du poids de chacune de ces pièces dans la carcasse a ensuite été calculée.

Le développement transversal des muscles du gigot a été mesuré sur des images photographiques (étude 3) ou des images obtenues à l'aide d'un appareil à résonance magnétique nucléaire (études 1 et 2). Ces images de la section transversale des muscles proviennent d'une coupe réalisée au milieu du fémur et perpendiculairement à son axe d'allongement (figure 2).

Après section transversale de l'axe vertébral entre la dernière vertèbre thoracique et la première vertèbre lombaire (figure 3), les mesures de la surface de section transversale du muscle *longissimus dorsi* ont été réalisées sur des photographies numérisées (études 1 et 3).

Les os individuels du gigot (études 1 et 2) et l'ensemble des os de l'épaule ont été pesés (étude 3). La longueur des os coxal, fémur, tibia et métatarse, et l'épaisseur diaphysaire des os longs du gigot ont été mesurées (études 1 et 2).

Les poids des muscles individuels du gigot disséqué (études 1 et 2) et le poids total des muscles de l'épaule désossée (étude 3) ont été mesurés. Pour la présentation des résultats de dissection du gigot et pour la mesure des surfaces de section transversales de la cuisse, les muscles ont été regroupés par région anatomique en s'inspirant du regroupement proposé par Purchas et Wilkin (1995) :

- les muscles du bassin composés des *gluteus accessorius*, *gluteus medius*, *gluteus profundus*, *iliacus* et *tensor fasciae latae* ;

Figure 1. Mensurations sur les carcasses.

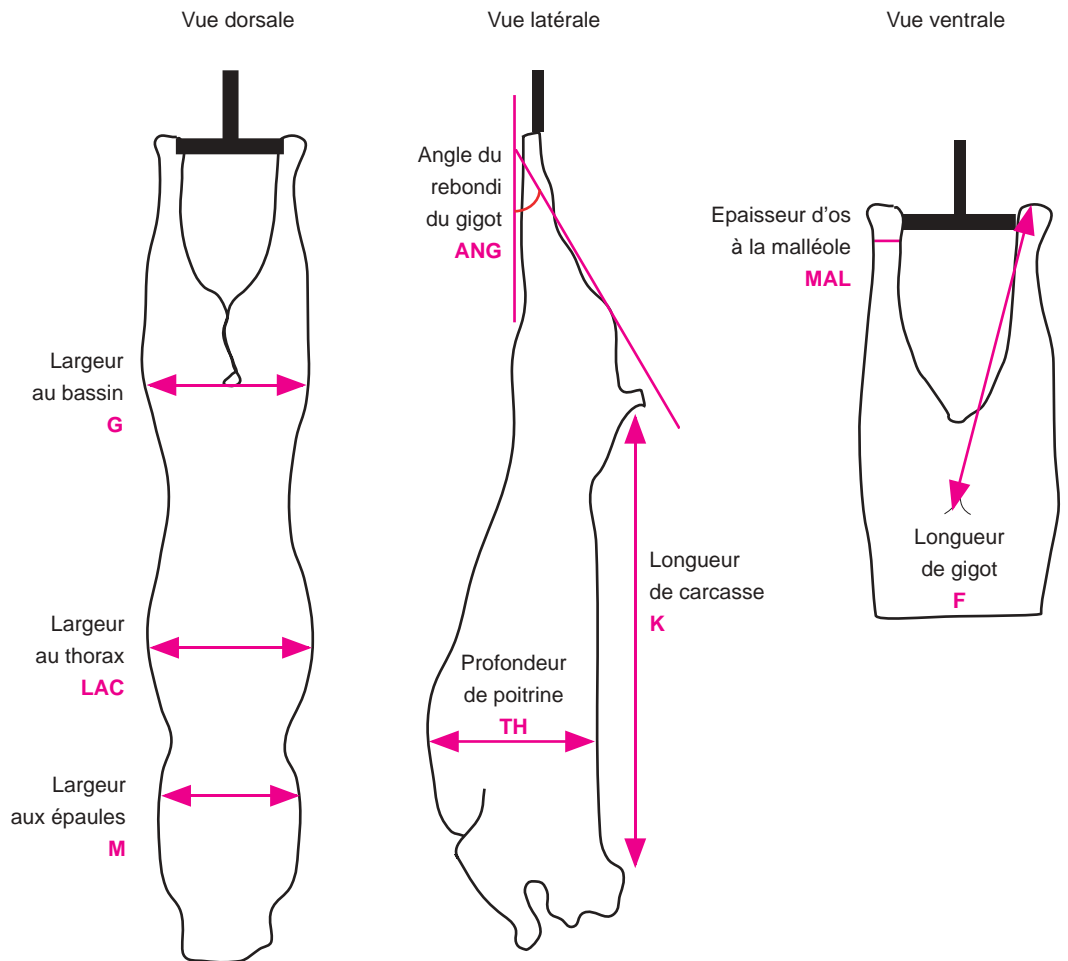
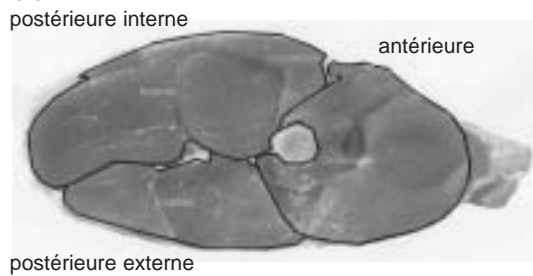


Figure 2. Surfaces de section des muscles du gigot.

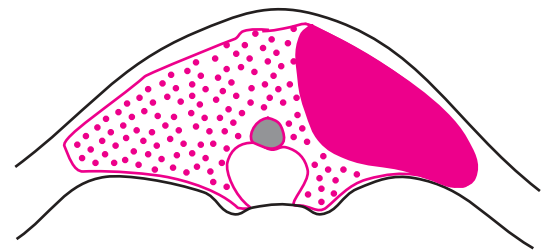


- la région antérieure de la cuisse (*rectus femoris, vastus lateralis, vastus medialis, vastus intermedius, sartorius*);
- la région postérieure interne de la cuisse (*semimembranosus, adductor, pectineus, gracilis*);
- la région postérieure externe de la cuisse (*semitendinosus, gluteo-biceps*);
- les muscles de la jambe.

Le rapport poids de muscle/poids d'os et l'index de muscularité ont été calculés pour chacun des segments anatomiques du gigot : pelvien, fémoral et tibial (études 1 et 2). Le rapport muscle sur os total de l'épaule a été calculé (étude 3). Le rapport muscle sur os est calculé à partir du poids des muscles du membre ou du segment de membre divisé par le poids de l'os qui le constitue. L'index de muscularité est calculé par la racine carrée du poids des muscles du segment divisé par la longueur de l'os, le tout divisé par la longueur de l'os (Purchas et al 1991).

INRA Productions Animales, février 2002

Figure 3. Muscle longissimus.

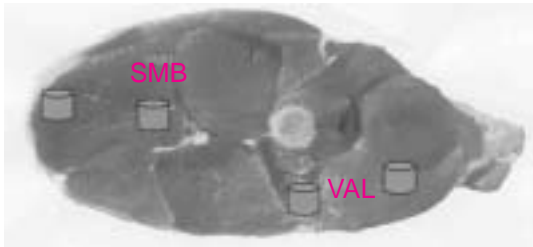


Des mesures objectives de l'engraissement ont été effectuées : épaisseur du gras dorsal par une incision pratiquée à 5 cm de la ligne sagittale du dos à la limite de la dernière vertèbre costale et de la première vertèbre lombaire (études 1, 2 et 3), poids du gras de rognon (études 1, 2 et 3), poids du gras recueilli après la dissection du gigot (études 1 et 2) ou du désossage commercial de l'épaule (étude 3).

La typologie contractile (études 1, 2 et 3) et la surface radiale des fibres de muscles du gigot (étude 2) ont été caractérisées. Des échantillons de muscles ont été prélevés dans la région profonde et dans la région superficielle de la section transversale moyenne des muscles *vastus lateralis* et *semimembranosus* (figure 4). Dans les études 1 et 2, les échantillons ont été prélevés dans les muscles désinsérés lors de la dissection. Dans l'étude 3, les échantillons ont été prélevés lors de la section transversale du gigot. Compte tenu de

l'importance de la variabilité intramusculaire de la composition en types de fibres, les échantillons ont tous été prélevés dans la même région anatomique du muscle. Ces échantillons ont été analysés par la technique d'électrophorèse en gradient d'acrylamide (Sayd *et al* 1998) de façon à déterminer les proportions des trois isoformes des chaînes lourdes de la myosine (MHCI, MHCIIa, MHCIIb). Dans l'étude 2, les échantillons ont également été traités en histochimie par une coloration à l'azorubine. Cette coloration sépare nettement la fibre de l'inter-fibre et permet une mesure automatique, par analyse d'image (logiciel Racine, Buche et Mauron 1997), de la surface de section transversale des fibres (Sayd *et al* 1998). Les résultats sont présentés en unité pixel, toutes les images ayant été étudiées au même grossissement.

Figure 4. Points d'échantillonnage dans les muscles semimembranosus (SMB) et vastus lateralis (VAL).



1.3 / Traitement des données

La procédure GLM du logiciel de statistiques SAS a été appliquée dans chaque étude pour la comparaison des moyennes.

Les modèles utilisés pour analyser les données des trois études sont décrits ci-dessous :

étude 1 : $X_{ij} = \mu + t_i + E_{ij}$

étude 2 : $X_{ij} = \mu + t_i + b(PV_{ij} - 38,5) + E_{ijk}$

étude 3 : $X_{ijk} = \mu + t_i + s_k + b_k(PV_{ijk} - PVREF_k) + E_{ijk}$

avec X_{ij} = performance du $j^{\text{ème}}$ individu du $i^{\text{ème}}$ type génétique (études 1 et 2),

X_{ijk} = performance du $j^{\text{ème}}$ individu du $i^{\text{ème}}$ type génétique et du $k^{\text{ème}}$ sexe (étude 3)

μ = moyenne générale

t_i = effet fixé du $i^{\text{ème}}$ type génétique, i variant de 1 à 2

s_k = effet fixé du $k^{\text{ème}}$ sexe, k variant de 1 à 2 (étude 3)

b = effet du poids vif sur le caractère (étude 2)

b_k = effet du poids vif sur le caractère pour les individus du $k^{\text{ème}}$ sexe (étude 3)

PV_{ij} = poids vif du $j^{\text{ème}}$ individu, du $i^{\text{ème}}$ type génétique (études 1 et 2)

PV_{ijk} = poids vif du $j^{\text{ème}}$ individu, du $i^{\text{ème}}$ type génétique et du $k^{\text{ème}}$ sexe (étude 3)

$PVREF_k$ = poids vif fixé auquel la performance de l'individu du $k^{\text{ème}}$ sexe est ajusté (33 kg pour les femelles, 39 kg pour les mâles)

E_{ij} , E_{ijk} = valeur résiduelle aléatoire d'espérance nulle et de variance σ^2_E

Dans l'étude 1, compte tenu des différences de format entre les deux races et pour faciliter la comparaison, les paramètres mesurés

ont été rapportés au même poids vif vide de 35 kg pour tous les animaux. Nous avons choisi le poids vif vide en raison de la très forte variabilité du poids du contenu de la panse des animaux de cette étude. Cela revenait à appliquer aux mesures pondérales un facteur de correction de (35 / poids vif vide), ce même facteur à la puissance 1/3 pour les mesures linéaires, et à la puissance 2/3 pour les mesures de surfaces. Ces coefficients sont issus de la loi d'allométrie (Huxley et Tessier 1936) et de celle des similitudes géométriques (Mc Mahon 1973). Le poids vif vide est calculé à partir du poids du contenu de la panse soustrait au poids vif.

2 / Résultats

Pour chacune des trois études et pour chaque caractère de dimension, de poids et de typage biochimique, les moyennes des moindres carrés des deux niveaux d'effet type génétique, ainsi que l'écart type résiduel du caractère sont présentés dans les tableaux. Les écarts significatifs au seuil de 5 % entre les types génétiques d'une étude, pour un caractère, y sont représentés en rouge. Les différences entre génotypes pour les caractères de dimension, de poids et de typage biochimique sont également représentés dans les figures. Il s'agit des écarts entre les moyennes des moindres carrés des deux niveaux d'effet type génétique, exprimées en unité d'écart type résiduel du caractère.

Les mensurations relevées sur les images des carcasses et des muscles (tableau 2 et figure 5) montrent une longueur supérieure du dos et du gigot des Rava(-) et des BC(-). Chez les BMC(-) seule la longueur du dos est supérieure. Les os des Rava(-) sont beaucoup plus longs. Seul le métatarse est plus long chez les BMC(-). La profondeur de poitrine est supérieure pour les Rava(-) et les BC(-). Les largeurs de carcasse mesurées en vue dorsale sont plus importantes pour les génotypes les mieux conformés (+), sauf pour le niveau thoracique des BER(+). Les surfaces de section transversale des trois régions de la cuisse sont supérieures chez les Charmois(+). Elles sont supérieures au niveau des régions antérieure et postérieure interne de la cuisse chez les BER(+) et les F2(+). Cela se traduit par un rebondi du gigot (ANG) supérieur chez les Charmois(+), les BER(+) et les F2(+). En conséquence, les animaux les mieux conformés ont des index de muscularité et de compacité supérieurs. La surface de section du muscle *longissimus*, à l'image de celle des muscles du gigot, est supérieure chez les Charmois(+) et chez les F2(+). Pour un même poids vif vide, le poids moyen de la carcasse et celui du gigot sont identiques dans les deux races de l'étude 1. Pour un poids vif fixé, le poids de carcasse et le poids de gigot et des autres morceaux sont supérieurs pour les BER(+) et les F2(+). Cependant les proportions des différents morceaux de la carcasse (sauf le filet supérieur des F2(+)) sont identiques entre les animaux de bonne et de mauvaise conformation.

Tableau 2. Mensurations des carcasses. ETR : écart type résiduel. Pour chaque étude, les moyennes présentées en rouge sont significativement différentes à $P < 0,05$

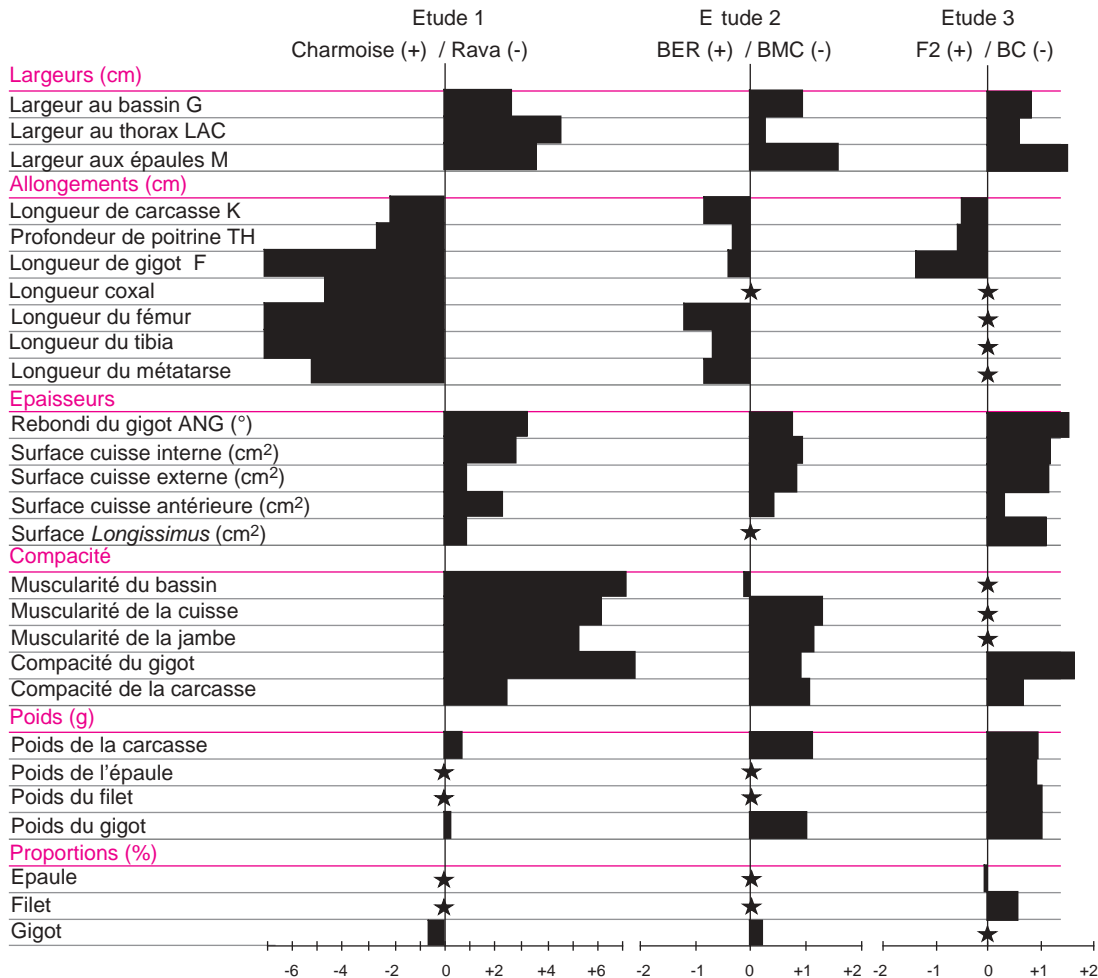
	Etude 1			Etude 2			Etude 3		
	Charmoise (+)	Rava (-)	ETR	BER (+)	BMC (-)	ETR	F2 (+)	BC (-)	ETR
Largeurs (cm)									
Largeur aux gigots G	24,3	23,5	0,5	24,6	24,1	0,6	22,8	22,2	0,7
Largeur au thorax LAC	25,3	21,4	0,8	24,2	24,0	0,9	22,9	22,1	1,2
Largeur aux épaules M	20,7	18,0	1,7	19,9	19,0	0,6	18,6	17,3	0,8
Allongements (cm)									
Longueur de carcasse K	64,6	74,0	4,4	59,2	61,2	2,5	59,0	60,6	3,1
Profondeur de poitrine TH	26,6	28,1	0,6	26,8	27,1	0,9	24,8	25,3	0,9
Longueur de gigot	33,3	40,0	0,8	36,6	37,0	0,8	34,6	36,1	1,1
Longueur coxal	16,5	18,8	0,5	17,3	17,3	0,3	-	-	-
Longueur fémur	14,8	17,9	0,3	16,1	16,3	0,4	-	-	-
Longueur tibia	17,1	21,0	0,4	19,0	19,3	0,4	-	-	-
Longueur métatarse	11,9	14,7	0,5	12,9	13,2	0,4	-	-	-
Epaisseurs									
Rebondi de gigot ANG (°)	30,7	23,3	2,3	26,7	25,3	1,7	31,71	27,7	2,6
Surface cuisse interne (cm ²)	50,8	41,1	3,5	45,2	41,9	3,4	66,54	58,6	6,5
Surface cuisse externe (cm ²)	27,8	25,6	2,4	26,2	24,9	1,5	31,19	28,4	3,0
Surface cuisse antérieure (cm ²)	42,4	35,9	2,9	37,2	36,2	2,4	43,4	41,8	5,0
Surface <i>longissimus</i> (cm ²)	17,9	16,1	1,9	-	-	-	14,4	12,6	1,6
Compacité									
Muscularité bassin	0,24	0,18	0,01	0,25	0,25	0,01	-	-	-
Muscularité cuisse	0,63	0,48	0,02	0,54	0,52	0,02	-	-	-
Muscularité jambe	0,28	0,23	0,01	0,21	0,20	0,01	-	-	-
Compacité gigot	0,31	0,23	0,01	0,26	0,25	0,01	0,38	0,35	0,02
Compacité carcasse	0,27	0,22	0,02	0,30	0,28	0,02	0,30	0,29	0,02
Poids (g)									
Poids carcasse	19844	19174	936	19047	18421	558	18650	17977	703
Poids épaule	-	-	-	-	-	-	1596	1522	798
Poids filet	-	-	-	-	-	-	1979	1803	166
Poids gigot	3465	3433	133	3230	3101	124	3004	2861	136
Proportions (%)									
Proportion épaule	-	-	-	-	-	-	8,5	8,6	0,3
Proportion filet	-	-	-	-	-	-	10,6	10,0	0,6
Proportion gigot	17,5	17,9	0,7	16,9	16,8	0,5	16,1	16,1	0,5

Tableau 3. Résultats des mesures sur carcasses et des dissections. ETR : écart type résiduel. Pour chaque étude, les moyennes présentées en rouge sont significativement différentes à $P < 0,05$.

	Etude 1			Etude 2			Etude 3		
	Charmoise (+)	Rava (-)	ETR	BER (+)	BMC (-)	ETR	F2 (+)	BC (-)	ETR
Poids de muscle (g)									
Muscles du membre ⁽¹⁾	1939	1958	83	1846	1783	89	1179	1093	74
Muscles du bassin	360	348	15	324,8	327,2	15	-	-	-
Muscles de la cuisse	1286	1308	63	1230	1178	65	-	-	-
région interne	509	492	26	460	429	25	-	-	-
région externe	396	403	27	385	376	26	-	-	-
région antérieure	381	416	20	391	378	26	-	-	-
Muscles de la jambe	292	299	16	292	280	16	-	-	-
Poids d'os (g)									
Os du membre ⁽¹⁾	305	435	37	385	340	18	265	282	20
Coxal	79	106	9	99	94	6	-	-	-
Fémur	107	150	9	136	136	6	-	-	-
Tibia	89	126	7	114	116	6	-	-	-
Métatarse	48	70	5	57	56	4	-	-	-
Diamètre des os (cm)									
Fémur	1,6	1,8	0,1	1,8	1,7	0,1	-	-	-
Tibia	1,6	1,6	0,1	1,6	1,6	0,06	-	-	-
Métatarse	1,2	1,4	0,05	1,3	1,3	0,04	-	-	-
Diamètre malléole MAL	3,2	3,7	0,2	3,6	3,5	0,1	3,0	3,0	0,2
Rapport Muscle / Os									
Bassin	4,6	3,3	0,4	3,3	3,5	0,2	-	-	-
Cuisse	12,0	8,8	0,8	9,0	8,7	0,4	-	-	-
Jambe	3,3	2,4	0,1	2,6	2,4	0,1	-	-	-
Membre ⁽¹⁾	7,0	4,9	0,5	5,2	5,2	0,3	4,5	3,9	0,4
% muscle du membre ⁽¹⁾	61,7	62,0	2,1	62,4	62,5	1,9	73,7	71,7	2,5
% os du membre ⁽¹⁾	8,8	12,7	1,2	11,9	12,3	0,6	16,6	18,4	1,2
% gras du membre ⁽¹⁾	21,7	16,3	2,7	21,4	21,0	1,9	9,5	9,8	2,4
Note de conformation	-	-	-	-	-	-	5,8	4,1	1,1
Etat d'engraissement									
Note d'engraissement	-	-	-	-	-	-	6,02	5,74	0,76
Poids de gras du membre (g) ⁽¹⁾	753	564	109	691	654	72	150	147	39
Poids du gras de rognon (g)	217	206	108	112	124	34	347	340	90
Epaisseur gras dorsal (mm)	5,4	3,6	1,7	5,3	5,4	2,2	3,3	2,8	1,2

⁽¹⁾ Membre disséqué : gigot (études 1 et 2), épaule (étude 3).

Figure 5. Ecarts entre races ou croisements pour les mensurations sur carcasses ou les dissections, exprimés en écart type résiduel. (* : variable non mesurée).



Les poids de muscle (tableau 3 et figure 6) sont sensiblement supérieurs chez les animaux les mieux conformés, sauf dans l'étude 1 où on constate un développement accru des masses musculaires de la région antérieure de la cuisse chez les Rava(-). Les diamètres osseux n'ont pas de relation systématique avec la conformation. Dans l'étude 1, les animaux mieux conformés (Charmoise) ont des os plus fins. C'est le contraire pour les génotypes de l'étude 2. Les poids d'os sont plutôt supérieurs chez les animaux les moins bien conformés en relation avec l'allongement supérieur. Les rapports muscle sur os sont plus élevés pour les animaux les mieux conformés sauf dans l'étude 2, au niveau du bassin où les BMC(-) ont un rapport muscle sur os supérieur. Les pourcentages de muscle du membre postérieur sont identiques entre génotypes de conformation différente pour les études 1 et 2. En revanche les F2(+) ont un pourcentage de muscle de l'épaule supérieur. Les pourcentages d'os des membres tendent à être supérieurs pour les animaux de moins bonne conformation. Concernant le gras, à part dans l'étude 1, les différentes mesures d'engraissement ne sont pas supérieures pour les animaux de bonne conformation.

Concernant la mesure de typologie contractile des muscles (tableau 4 et figure 7), les taux de myosine sont comparables dans l'étude 1 pour les deux génotypes, dans les régions superficielle et profonde du muscle *semimembranosus*. En revanche pour le muscle *vastus lateralis*, les Charmois(+) ont davantage de myosine de type IIb dans la région superficielle alors que dans la région profonde du muscle leurs fibres sont plus riches en myosine de type I et plus pauvres en myosine de type IIb. Globalement dans l'étude 2, les surfaces de section de fibres des BMC(-) sont supérieures à celles des BER(+), bien que certains points ne soient pas significativement différents. Concernant la mesure de typologie contractile des muscles, ceux des BER(+) sont plus riches en myosine de type IIb et moins riches en myosine de type I. La myosine de type IIa est plus abondante chez les BMC(-) dans la partie profonde du *vastus lateralis*. Pour les autres points de mesure, elle figure dans des proportions voisines pour les deux types génétiques. Dans l'étude 3, les muscles *vastus lateralis* et *semimembranosus* des F2(+) ont davantage de myosines de type IIb et moins de myosines de type IIa et de type I que les BC(-).

Figure 6. Ecarts entre races ou croisements pour les mensurations sur carcasses ou les dissections, exprimés en écart type résiduel (* : variable non mesurée)

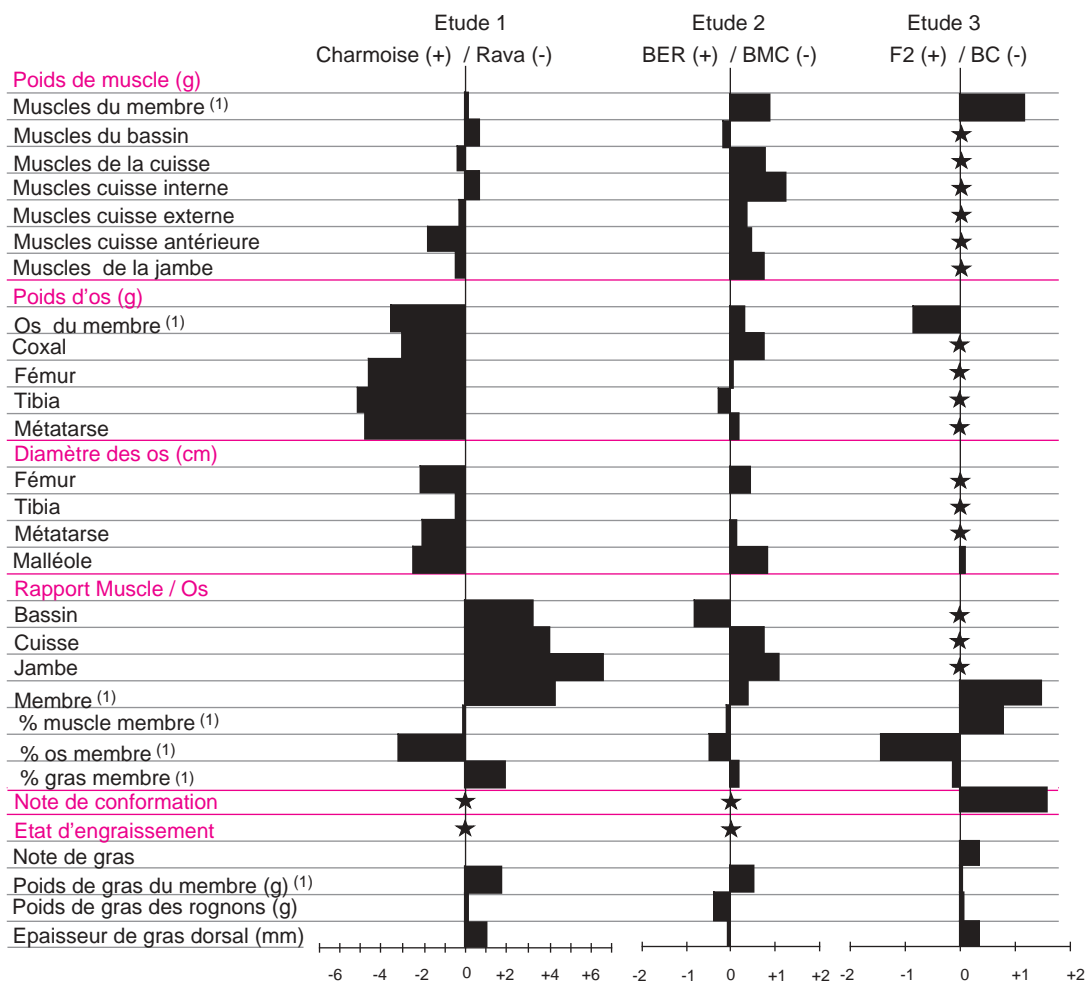
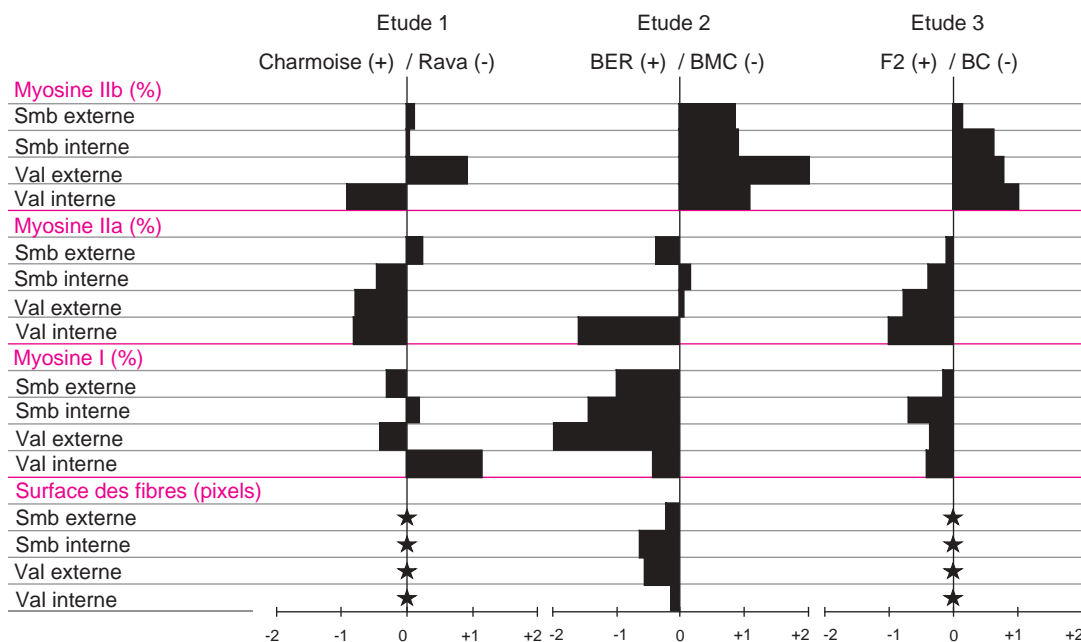


Tableau 4. Typage des muscles. ETR : écart type résiduel- Pour chaque étude, les moyennes présentées en rouge sont significativement différentes à $P < 0,05$. Smb : semimembranosus, Val : vastus lateralis.

	Etude 1			Etude 2			Etude 3		
	Charmois (+)	Rava (-)	ETR	BER (+)	BMC (-)	ETR	F2 (+)	BC (-)	ETR
Myosine IIb (%)									
Smb externe	70,1	69,3	7,1	76,0	69,6	7,4	85,8	83,1	5-0
Smb interne	71,3	71,0	8,3	73,5	68,7	5,3	76,7	73,4	7,6
Val externe	76,1	70,6	5,8	68,6	55,9	5,2	88,0	86,1	3,9
Val interne	27,5	35,8	9,0	43,7	33,5	9,3	77,5	71,8	6,5
Myosine IIa (%)									
Smb externe	13,8	12,6	4,3	11,1	12,9	4,9	8,7	10,4	3,1
Smb interne	12,8	14,9	4,7	12,2	11,5	3,6	10,4	14,3	4,5
Val externe	10,8	13,3	3,3	12,1	11,9	4,3	7,4	8,7	2,8
Val interne	16,6	24,9	10,1	14,2	20,6	4,1	10,4	14,3	4,5
Myosine I (%)									
Smb externe	16,1	18,1	6,6	12,8	17,5	4,7	5,5	6,5	3,1
Smb interne	15,8	14,1	8,2	14,1	19,7	3,8	11,3	11,5	4,6
Val externe	13,1	16,0	7,1	19,1	32,1	6,6	4,6	5,2	2,3
Val interne	55,9	39,3	14,3	42,1	45,9	8,9	12,1	13,8	4,8
Surface des fibres (pixels)									
Smb externe	-	-	-	511,8	541,1	139,3	-	-	-
Smb interne	-	-	-	411,3	485,5	118,4	-	-	-
Val externe	-	-	-	475,1	575,7	178,1	-	-	-
Val interne	-	-	-	601,4	618,9	138,4	-	-	-

Figure 7. Ecarts entre races ou croisements pour les mensurations sur carcasses ou les dissections, exprimés en écart type résiduel (* : variable non mesurée)



3 / Discussion

3.1 / Conformation et géométrie de la carcasse

Dans les trois études, les animaux les mieux conformés se caractérisent par une plus grande largeur du dos aux trois points mesurés et un allongement moindre. Le développement latéral de la cage thoracique par rapport à son développement dorso-ventral (rotondité de la cage thoracique) est le plus élevé chez les animaux les mieux conformés. Ceux-ci ont un gigot plus court (sauf pour l'étude 2) et un rebondi supérieur. Ces mesures prennent en compte les rapports de développement de la carcasse dans ses trois plans et pour ses différentes régions anatomiques.

Les mesures linéaires considérées indépendamment les unes des autres n'ont de signification en terme de conformation que dans le cas particulier d'abattage à poids fixé, comme dans ces expérimentations ou dans les programmes nationaux d'évaluation. Elles expriment alors davantage le format ou la taille des animaux plutôt que leur conformation. Hors de ces conditions, il conviendrait de les considérer uniquement sous la forme de rapports de deux dimensions. En revanche, la mesure angulaire (ANG), par rapport aux mesures linéaires, présente l'avantage d'exprimer uniquement la compacité du gigot indépendamment du format de l'animal. Elle permet donc une comparaison directe entre les individus. Les mensurations permettent d'expliquer et d'objectiver la conformation. Par rapport à la note de conformation globale, ces mesures apportent des informations ponctuelles sur les régions corporelles. Bien que la réalisation de telles mesures ne soit pas encore envisageable dans la pratique commerciale, ces paramètres sont cependant actuellement utilisés par les professionnels pour la sélection. De plus, l'utilisation de l'imagerie permettrait d'automatiser la prise de

mesures et le positionnement de repères anatomiques visuels sur la surface externe de la carcasse, avant d'effectuer les prises de vue, devrait encore améliorer cette pratique.

Les différences de géométrie de la carcasse traduisent des différences dans la géométrie du squelette, notamment celle des os longs des membres, mais aussi la largeur du bassin, la forme des côtes ou les dimensions vertébrales. La forme des muscles est elle aussi modifiée. La longueur de muscle est un caractère difficile à mesurer avec précision sur un muscle désinséré en raison de l'élasticité des fibres musculaires. Cette dimension peut être estimée par la longueur du segment osseux recouvert par le muscle (distances intervertébrales et longueur des processus épineux et transverse des vertèbres pour le muscle *longissimus*, longueur du fémur pour les muscles de la cuisse). Les génotypes (+) dont les segments sont plus courts, ont des muscles plus courts. Cette réduction de longueur s'accompagne d'une augmentation de la surface de section transversale. Dans le gigot, les muscles situés sur la face postérieure du fémur présentent un épaississement relativement supérieur à ceux situés sur la face antérieure, surtout pour les études 2 et 3. Sur l'axe vertébral des animaux des études 1 et 3, on constate un phénomène comparable : la réduction de la longueur du dos s'accompagne d'un accroissement de la surface de section du *longissimus*. Ces différences d'expression de l'épaisseur du muscle en relation avec une diminution de la longueur sont plus ou moins prononcées selon la position anatomique des muscles considérés. C'est la position anatomique des muscles qui conditionne leur fonction motrice. Il est probable que le maintien de la fonction motrice de certains muscles, par exemple les muscles extenseurs de la région antérieure de la cuisse, ne soit pas compatible avec l'expression d'une hypertrophie dans ces muscles.

3.2 / Conformation et rendement de carcasse

Dans les études 2 et 3, les valeurs de rendement de carcasse, ou de poids de la carcasse à poids vif fixé, sont meilleures pour les animaux de meilleure conformation. Selon Kirton et Pickering (1967), de meilleurs rendements de carcasse pourraient être expliqués par un engraissement plus important des individus. Les résultats de l'étude 1 vont effectivement dans ce sens (les Charmois(+)) sont nettement plus gras que les Rava(-)), bien que la différence de rendement ne soit pas significative. En revanche, dans les deux autres études, les rendements supérieurs des animaux les mieux conformés peuvent difficilement être attribués à un engraissement supérieur. En effet, les différences d'état d'engraissement entre génotypes sont faibles et généralement non significatives. L'amélioration du rendement pourrait alors s'expliquer par l'augmentation de la masse musculaire des animaux les mieux conformés conjuguée à une réduction de poids du cinquième quartier. Dans les études 2 et 3, l'augmentation du rendement de la carcasse des animaux les mieux conformés est associée à une augmentation de la masse musculaire dans les régions anatomiques étudiées (gigot ou épaule). Dans l'étude 2, l'ensemble des trois tissus (os, muscle et gras) augmente dans des proportions relativement voisines, alors que dans l'exemple 3, l'augmentation de la quantité de muscle est associée à une diminution de la quantité d'os. La proportionnalité entre les trois tissus n'est pas conservée entre le génotype bien conformé et le génotype moins bien conformé.

3.3 / Conformation et développement relatif des régions anatomiques

Sauf dans le cas du filet pour l'étude 3, les poids supérieurs de gigot (études 1 et 2), ou d'épaule (étude 3) sont dus à un poids de carcasse plus élevé et pas à un développement plus important de l'une ou l'autre de ces régions à l'intérieur de la carcasse. Ces trois études montrent que les développements relatifs des régions corporelles ne sont pas ou sont peu modifiés par les différences de conformation. Ces résultats sont en accord avec le principe de 'l'harmonie anatomique' (Boccard et Dumont 1960), selon lequel la part relative des différentes régions est assez constante dans la carcasse, à un même stade de développement, malgré des différences de format entre les animaux. Il a pu apparaître parfois des différences dans le développement relatif des régions corporelles, celles-ci sont généralement attribuées à des différences de maturité physiologique entre les animaux comparés ou à des différences sexuelles ou encore à la présence d'un gène d'hypertrophie musculaire (Hammond 1932, Dumont 1980). Selon Kirton et Pickering (1967) les différences de développement relatif d'une région corporelle entre génotypes, pourraient être expliquées par des différences dans l'état d'engraissement de cette région. En effet, chez des animaux proches de

leur maturité, les dépôts de gras s'effectuent de façon préférentielle dans certaines régions (les régions abdominale et thoracique et l'épaule), modifiant ainsi le rapport de développement de ces régions par rapport aux autres. Cela ne semble pas être le cas dans les exemples choisis, notamment pour les études 2 et 3 dans lesquelles la proportion de gras ne semble pas plus élevée pour les génotypes les mieux conformés.

3.4 / Conformation et développement des tissus

a / Le tissu adipeux

Les estimations de l'engraissement par la mesure d'épaisseur du gras dorsal ou par la mesure du poids de gras de rognon reflètent partiellement le taux de gras obtenu par la dissection d'une pièce anatomique qui totalise le gras sous-cutané et le gras intermusculaire. La relation entre l'augmentation des dépôts gras dans les différents compartiments corporels est assez faible du fait que la répartition de ces dépôts dans les différents compartiments corporels varie selon le stade de maturité ou le type génétique (Kempster 1981). Nos résultats montrent que l'utilisation en croisement de types génétiques à forte conformation pour améliorer la conformation des animaux croisés, ne conduit pas systématiquement à une augmentation de l'état d'engraissement total. Les résultats obtenus dans les études 2 et 3 ne semblent pas indiquer de relation défavorable entre la conformation et l'état d'engraissement. En effet, les animaux les mieux conformés ne sont pas significativement plus gras, sur aucun des indicateurs mesurés, sauf le gras dorsal dans l'étude 3. En revanche dans l'étude 1, les animaux les mieux conformés ont un taux de gras de dissection et des valeurs de gras dorsal plus élevées. Cependant, cet engraissement plus élevé des individus du type génétique le plus conformé peut vraisemblablement s'expliquer par la différence d'âge à l'abattage (+ 46 jours pour les Charmois(+)), les individus plus matures physiologiquement déposant plus de gras.

b / Le tissu osseux

Le développement osseux a été abordé d'un point de vue pondéral mais aussi par les dimensions des os (longueur et épaisseur). Dans l'étude 2, les différences de dimensions et de poids des os sont trop faibles pour être significatives. Dans les études 1 et 3, les poids des os des gigots ou des épaules disséqués est le plus faible chez les animaux dont la conformation est la meilleure. Dans l'étude 1, la différence de poids s'explique par la diminution de la longueur des os et de leur épaisseur. Dans l'étude 3, une moindre longueur des os est probablement à l'origine de la diminution du poids d'os des F2(+). En revanche les os ne semblent pas plus fins comme en témoigne la mesure de l'épaisseur de la malléole. Concernant ces caractères, les mesures du diamètre de la malléole et celle de longueur du gigot sur la carcasse peuvent être considérées comme des indicateurs du développement osseux.

c / Le tissu musculaire

Les mesures du développement musculaire réalisées sur les gigots de l'étude 1 ne montrent pas de différence de poids total de muscle entre les animaux de conformations différentes. Dans l'étude 2, la différence de poids total de muscle est imputable au poids de carcasse supérieur des BER(+). En effet, le pourcentage de muscle des gigots est équivalent pour les deux génotypes. Dans l'étude 3, le poids des muscles de l'épaule des F2(+) est supérieur à celui des BC(-). Cette différence est due, pour une large part, au poids supérieur des carcasses des F2(+), mais aussi à un pourcentage de muscle supérieur. Ces exemples montrent qu'une meilleure conformation ne s'accompagne pas toujours d'une augmentation de la masse musculaire relative.

La répartition des masses musculaires dans les régions du membre varie sensiblement en fonction de la conformation. Les animaux dont les membres sont plus allongés ont une masse musculaire relativement plus importante sur la face antérieure de la cuisse, ceux dont le membre est plus court ont une masse musculaire relativement plus importante sur la face postérieure interne de la cuisse. Des résultats comparables ont été obtenus par Hammond (1932), Purchas et Wilkin (1995), Bocard et Dumont (1961).

L'utilisation de la conformation comme critère d'amélioration ne conduit pas systématiquement, pour un poids de carcasse donné, à une augmentation du poids de muscle, sauf chez les animaux de type culard ou callipyge (Dumont 1980, Koohmarie *et al* 1995). La note de conformation ainsi que les mensurations relevées sur les images des carcasses (mesures de longueur du gigot et d'angle), peuvent être considérées comme des indicateurs d'une morphologie musculaire particulière et d'un profil de répartition des masses musculaires dans la carcasse.

3.5 / Conformation et index de développement relatif du muscle et de l'os

L'index muscle sur os et l'index de muscularité proposé par Purchas *et al* (1995) permettent de mesurer le développement relatif du muscle indépendamment de l'engraissement. L'index de muscularité est basé sur la longueur de l'os et le poids des muscles qui le recouvrent. Il est plus approprié que le rapport muscle sur os à la définition de muscularité donnée par de Boer (1974) dans la mesure où il exprime la profondeur de muscle par unité de longueur d'os. Dans chacun des groupes comparés, les valeurs des index sont supérieures pour les types génétiques dont la conformation est la meilleure (Charmoises(+), BER(+)) et les deux index sont relativement bien liés, sauf pour la région pelvienne pour l'étude 2 : l'os coxal des BER(+)) est plus lourd, pour une taille identique et une quantité de muscle semblable à celle des BMC(-). Dans la région pelvienne, le rapport muscle sur os des BMC(-) est donc supérieur alors que les index de muscularité sont égaux.

Cette différence peut être liée à une densité supérieure de la matière osseuse du pelvis des BER(+)) ou à une structure plus compacte de cet os. Il ressort tout de même que la valeur de ces index est fortement influencée par le développement de l'os et plus particulièrement son allongement.

3.6 / Conformation et fibres musculaires

Les résultats obtenus dans les études 2 et 3 sont comparables. Les muscles des agneaux les mieux conformés sont plus riches en myosine de type IIb. Ce caractère est plus prononcé dans le muscle *Vastus lateralis*. Les types IIa et I de la myosine compensent à des degrés variables les différences dans le taux des IIb. Dans l'étude 2, le taux élevé de myosine IIb est compensé par un taux réduit de I. Les taux de myosine IIa étaient relativement équivalents pour les deux génotypes. Dans l'étude 3, la compensation se fait davantage avec les myosines IIa. Les différences de composition entre les races comparées dans l'étude 1 sont très faibles sur le muscle *semi-membranosus*. Elles ne sont significatives que sur le muscle *Vastus lateralis* et la tendance est contraire entre la zone profonde et la zone superficielle du muscle. On observe en effet une très forte amplitude de variation de la composition en myosines des types IIb et I entre les points interne et externe chez les Charmoises(+). Dans cette étude les animaux comparés ont des âges différents. Ainsi les différences de typologie musculaire peuvent aussi bien relever de la différence de maturité physiologique entre génotypes que de leur différence de conformation.

Nos résultats sont en accord avec ceux de la littérature qui montrent pour les espèces sélectionnées sur des caractéristiques de croissance musculaire (vitesse et/ou volume), une augmentation du taux de fibres blanches (IIB) et du métabolisme glycolytique, le plus souvent associée à une augmentation du diamètre des fibres. Nous constatons cependant dans l'étude 2, que l'amélioration de la conformation accompagnée d'une augmentation des proportions de myosine IIb chez les BER(+)) est associée à une réduction du diamètre des fibres.

Conclusion

Les résultats de ces études, reposant sur une grande variété de mesures d'animaux de races bien différentes pour la conformation, permettent sans doute d'avancer dans la compréhension de ce caractère. La conformation reflète d'abord la géométrie du squelette et par conséquent celle des muscles qui s'y insèrent. En terme de qualité de muscles, la conformation a une incidence sur l'épaississement musculaire. Dans le cas de l'espèce ovine, la forme et le rebondi des muscles sont particulièrement importants dans la mesure où les produits commercialisés sont la carcasse entière ou des morceaux de la carcasse, et non pas des pièces de viande à l'exception de l'épaule roulée désossée. Les segments tels que le gigot et l'épaule sont couramment vendus sous forme de tranches. Tous les agents

économiques, consommateurs y compris, sont donc toujours amenés à se déterminer par rapport aux épaisseurs musculaires visibles ou prévisibles des carcasses ou morceaux de carcasses proposés. Au vu des résultats de ces comparaisons, on constate que l'amélioration de la conformation a pour conséquence l'amélioration de certains des rendements considérés. Chez les animaux les mieux conformés on observe une augmentation du poids de la carcasse par rapport au poids vif, c'est-à-dire une amélioration du rendement de carcasse, et finalement du poids de muscles pour un poids fixe à l'abattage. En terme de composition tissulaire, une meilleure conformation associée à une ossature fine augmente le rapport muscle sur os ; cela correspond à une diminution du pourcentage d'os, parfois une augmentation du pourcentage de muscle dans le cas du Texel, mais surtout une répartition différente du poids des muscles sur certains segments anatomiques (segment fémoral). Ceci n'est pas vrai dans le cas des races bouchères à fort développement squelettique dont les BER(+) sont représentatifs. Ces différences de répartition n'ont cependant pas d'effet sur le développement relatif des régions corporelles. Nsoso *et al* (2000) ont également montré qu'une meilleure conformation était liée à des rendements supérieurs lors d'une découpe par tranchage : les tranches pratiquées dans le gigot et les lombes d'un animal bien conformé sont respectivement 6 % et 13 % plus lourdes. Sauf le cas particulier de la race Charmoise(+) dans l'étude 1, les génotypes mieux conformés ne sont pas significativement plus gras. Il en est de même intra race à poids à l'abattage fixé : les animaux les mieux conformés ne sont pas les plus gras (Bouix *et al* 1985, Moreno *et al* 2000).

Les conséquences de l'épaississement des muscles sur les qualités sensorielles n'ont pas été étudiées ici. Dans beaucoup de cas, l'augmentation de muscularité se traduit par une structure plus lâche et moins épaisse du perimysium, avec pour conséquence une tendreté accrue de la viande crue (Bailey *et al* 1980). Concernant la biochimie, nos résultats vont dans le sens d'une association entre les meilleures conformations et une typologie contractile rapide des muscles. Dans d'autres études et pour d'autres espèces (bovins, porcins et volailles), on a montré que ces changements sont souvent associés à une orientation du métabolisme musculaire vers un type glycolytique. La prédominance de myosines de type rapide ou lent à métabolisme glycolytique ou oxydatif n'a pas d'influence directe sur les qualités de la viande. Mais indirectement ces caractéristiques contractiles et métaboliques sont associées à des teneurs en pigments, en lipides et en enzymes protéolytiques qui auront un lien direct avec les qualités sensorielles de couleur, de flaveur et de jutosité. La recherche de meilleures conformations peut conduire à une diminution des qualités de la viande et, dans des cas extrêmes, à l'apparition de graves défauts (Monin et Ouali 1991, Calkins *et al* 1981, Totland *et al* 1988, Crouse *et al* 1991).

D'un point de vue méthodologique, la comparaison de types génétiques contrastés est un bon moyen d'étudier des caractères biolo-

giques et la conformation ne fait pas exception. Cependant, l'examen détaillé des résultats met aussi en évidence des particularités des races concernées : le modèle Texel Belge est manifestement différent du modèle Berrichon du Cher. Chez les premiers, la bonne conformation est liée à une réduction importante de la composante osseuse associée à un fort développement musculaire. Avec le modèle BER seul le développement musculaire est notable. Par ailleurs, la comparaison entre les races Rava(-) et Charmoise(+), notamment sur les caractères d'engraissement et de typologie des fibres musculaires, semble refléter aussi des différences dans les traitements entre lots et dans les stades de développement. Ceci constitue la limite relative des comparaisons entre génotypes avec des risques de confusion en considérant des caractéristiques propres à un type génétique comme liées à la conformation. Un prolongement naturel de ces travaux serait la comparaison intra type génétique des performances d'animaux bien conformés avec des animaux de conformation médiocre, par exemple dans le cadre des programmes de testage sur descendance, afin de mieux appréhender la signification biologique de ce caractère en estimant les relations entre la note de conformation et d'autres caractères tels que ceux étudiés dans ces essais, au-delà des pesées et des mensurations de carcasses déjà couramment pratiquées.

L'évaluation globale de la conformation sur la base du système EUROP apparaît comme un bon outil synthétique de différenciation des types génétiques de l'étude 3 en croisement Texel. La réalité biologique et la précision de ce mode d'évaluation sont démontrées par la valeur de son coefficient d'héritabilité (25 %), confirmé chaque année dans les programmes nationaux de testage pour la sélection. Ces résultats sont en contradiction avec les conclusions de nombreux auteurs comme Kempster *et al* (1982) et Nsoso *et al* (2000) lorsqu'ils contestent la réalité biologique de la conformation et la valeur économique de cette notation. La contradiction réside vraisemblablement dans la difficulté de dissocier l'appréciation du développement musculaire de l'appréciation de l'engraissement sous-cutané, c'est le principe de base du système EUROP. En outre, dans un cadre expérimental ou pour l'évaluation des reproducteurs, il est indispensable de comparer des animaux dont le développement est similaire.

Cependant la notation de la conformation reste une évaluation subjective liée à la qualité, la rigueur et l'indépendance des experts. Elle fournit par ailleurs une appréciation globale susceptible d'une certaine dérive liée au rééchantillonnage de l'échelle de notation sur le morphotype moyen des animaux abattus dans une région donnée. Ces inconvénients ne gênent pas l'évaluation génétique des reproducteurs pour la sélection car il s'agit de comparer des animaux de même race dans un système de production strictement défini. Il n'en est pas de même pour les opérations commerciales dans lesquelles des carcasses de provenances différentes peuvent normalement être confrontées sur les mêmes mar-

chés ; ce problème est relativisé dans le cas de marchés localisés approvisionnés par un certain type d'animaux d'origine définie. De façon plus générale, la notation globale de la conformation, en raison de ses limites, ne permet pas d'aboutir de façon irréfutable à l'évaluation de la qualité objective des agneaux. Ceci serait pourtant nécessaire pour organiser la commercialisation selon les demandes spécifiques des marchés ou l'utilisation différenciée des carcasses (découpe, préparations diverses, boucherie de tradition), et rationaliser les systèmes de paiement aux producteurs.

D'autres travaux de recherche dans la lignée de ces essais sont conduits dans le

cadre des programmes de testage sur descendants. Ces travaux sont destinés à conforter l'évaluation de la conformation par les mesures physiques mises au point dans ces trois études et par l'addition de mesures complémentaires. Ces mesures devraient permettre de mieux identifier des spécificités de conformation ignorées par la notation globale, et plus généralement de tendre vers plus d'objectivité. L'introduction de techniques d'imagerie et d'analyse d'images, validées par une bonne connaissance anatomique, peuvent contribuer à avancer dans ce sens, y compris en allégeant les protocoles d'évaluation précise tels que ceux requis actuellement pour l'amélioration génétique.

Références

- Anous M.R., 1986a. Interrelations entre principaux composants anatomiques, conformation et longueur des os du gigot des ovins. *Ann. Zootech.*, 35, 185-200.
- Anous M.R., 1986b. Variabilité de la répartition du tissu musculaire du membre postérieur de l'agneau. I. Muscles individuels. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, 26, 943-967.
- Bailey A.J., Enser M.B., Dransfield E., Restall D.J., Avery N.C., 1980. Muscle and adipose tissue from normal and double muscled cattle: collagen types, muscle fibre diameter, fat cell size and fatty acid composition and organoleptic properties. In : *Muscle hypertrophy of genetic origin and its use to improve beef production*. Martinus Nijhoff Publishers.
- Boccard R., 1973. Qualité des carcasses et des viandes ovines. *Techniques agricoles*, 1, 1-16.
- Boccard R., Dumont B.L., 1955. Etude de la production de viande chez les ovins. I. La coupe des carcasses. Définition d'une découpe de référence. *Ann. Zootech.*, 3, 241-257.
- Boccard R., Dumont B.L., 1960. Etude de la production de viande chez les ovins. II. Variation de l'importance relative des différentes régions corporelles de l'agneau de boucherie. *Ann. Zootech.*, 9, 355-363.
- Boccard R., Dumont B.L., Le Guelte P., Arnoux J., 1961. Etude de la production de viande chez les ovins. IV. Relation entre la forme et la composition du membre postérieur. *Ann. Zootech.*, 10, 155-160.
- Boccard R., Dumont B.L., Peyron C., 1964. Etude de la production de viande chez les ovins. VIII. Relations entre les dimensions de la carcasse d'agneaux. *Ann. Zootech.*, 15, 367-378.
- Bouix J., Bibé B., Lefevre C., Eychenne F., 1986. Variabilité génétique entre et intra-race de la croissance et des qualités de carcasses d'agneaux. 11èmes Journées de la Recherche Ovine et Caprine. Paris 2-3 décembre 1986, 115-145. Itovic-Speoc, Paris.
- Buche P., Mauron D., 1997. Quantitative characterization of muscle fiber by image analysis. *Computer and Electronics in Agriculture*, 16, 189-217.
- Calkins C.R., Dutson T.R., Smith Z.L., Carpenter Z.L., Davis G.W., 1981. relationship of fiber type composition to marbling and tenderness of bovine muscle. *J. Food Sci.*, 46, 708-715.
- Crouse J.D., Koohmarie M., Seideman S.D., 1991. The relationship of muscle fibre size to tenderness of beef. *Meat Sci.*, 30, 295-302.
- De Boer H., Dumont B.L., Pomeroy R.W., Weniger J.H., 1974. Manual on EAAP Reference method for the assessment of carcass characteristics in cattle. *Livest. Prod. Sci.*, 1, 151-164.
- Dumont B.L., 1971. Qualité des ovins de boucherie. *Pâtre*, 183, 4-12.
- Dumont B.L., 1980. Carcass composition and muscle hypertrophied animals. In *Muscle hypertrophy of genetic origin and its use to improve beef production*, Current Topics in veterinary Medicine, 16, 658. Ed Martinus Nijhoff, The Hague.
- Hammond J., 1932. Growth and development of mutation qualities in the sheep. Ed Olivier and Boyd, Edinburgh, 597 p.
- Houdinière A., 1957. L'examen des 'profils musculaires' dans l'appréciation de la qualité des viandes. *Bull. Acad. Vét.*, 30, 51-62.
- Huxley J.S., Tessier G., 1936. Terminology of relative growth. *Nature*, 30, 780-781.
- Kempster A.J., 1981. Fat partition and distribution in the carcasses of cattle, sheep and pigs: a review. *Meat Sci.*, 5, 83-98.
- Kempster A.J., Cuthberston A., Harrington G., 1982. The relationship between conformation and the yield and distribution of lean meat in the carcasses of british pigs, cattle and sheep: a review. *Meat Sci.*, 6, 37-53.
- Kirtan A.H., Pickering F.S., 1967. Factors associated with differences in carcass conformation in lamb. *N. Z. J. Agric.*, 10, 183-200.
- Klont R.E., Eikelenboom G., Brocks L., 1998. Muscle fibre type and muscle quality. In *Proceedings of 44th Intl. Congr. of Meat Sci. and Technol.*, Barcelona, 98-103.
- Koohmarie M., Shackelford S.D., Wheeler T.L., Lonergan S.M., Doumit M.E., 1995. A muscle hypertrophy condition in lamb (Callipyge): characterization of effects on muscle growth and meat quality traits. *J. Anim. Sci.*, 73, 3596-3607.
- Laville E., Martin V., Bastien O., 1996. Prediction of composition traits of young charolais bull carcasses using a morphometric method. *Meat Sci.*, 44, 93-104.
- McMahon T.A., 1973. Size and shape in biology. *Science*, 179, 1201-1204.
- Monin G., Ouali A., 1991. Muscle differentiation and meat quality. In : Ralston Lawrie (ed), *Developments in Meat Science-5*. Elsevier applied Science, London and New York.
- Moreno C., Bouix J., Brunel J.C., Weisbecker J.L., François D., Lantier F., Elsen J.M., 2001. Genetic parameter estimates for carcass traits in the INRA-401 composite sheep strain. *Livest. Prod. Sci.* (sous presse).
- Nsoso S.J., Young M.J., Beatson P.R., 2000. A review of carcass conformation in sheep: assessment, genetic control and development. *Small Ruminant Research*, 35, 89-96.

Onibev (Office National Interprofessionnel du Bétail et des Viandes), 1976. Classification et marquage des ovins, module 1. Onibev Paris.

Palson H., 1939. Meat qualities in the sheep with special reference to Scottish breeds and crosses. Part. I. J. Agric. Sci., 29, 544-626.

Perret G., 1986. Races ovines. Itovic-Speoc, Paris.

Purchas R.W., Wilkin G.H., 1995. Characteristics of lamb carcasses contrasting subjective muscularity. Meat Sci., 41, 357-368.

Purchas R.W., Davies A.S., Abdullah A.Y., 1991. An objective measure of muscularity: changes with animal

growth and differences between genetic lines of Southdown sheep. Meat Sci., 30, 81-94.

Sayd T., Mera T., Martin V., Laville E., 1998. Spatial distribution of myosin heavy chain isoforms and lactate dehydrogenase M4 in the limb musculature of two crossbred lambs. Comp. Biochem. Physiol., Part B, 120, 153-163.

Swatland H.J., 1994. Structure and development of meat animals and poultry. Technomic Publication, 605 p.

Totland G.K., Krivi H., Slinde E., 1988. Composition of muscle fibre types and connective tissue in bovine M. semitendinosus and its relation to tenderness. Meat Sci., 23, 303-315.

Abstract

Carcass conformation in lambs. A study of genetic variability among breeds.

Carcass conformation or morphology in sheep is an important trait for breeders, farmers and meat traders. The commercial value of carcasses is partially based on visual assessment of conformation. This trait is often subject to controversy because of its subjectivity and its weak relationship to muscle yield. The aims of this report are to present results on the biological significance of conformation and to evaluate the reliability of conformation assessment for the genetic improvement of butcher's qualities. This report is a synthesis of three independent studies, each based on the comparison of two genetic types, one with a good conformation and the other with a worse conformation. Conformation reflects muscle morphology, especially muscle deepness which is an important trait when retail products are whole carcasses or joints.

Modification of individual muscle thickness is differential according to anatomical location. Conformation improvement increases carcass yield and muscle yield. Muscle to bone ratio is also increased, corresponding to a reduction of bone percentage and sometimes to an increase of muscle percentage. Often, individual muscle weights showed differential repartition on carcass segments. Fatness is not increased. Muscle thickness increase is related to a switch of contractile traits to fast myosin isoforms. These studies have shown that some modifications of biological features are rather related to breed characteristics than to a better conformation.

LAVILLE E., BOUIX J., SAYD T., EYCHENNE F., MARCQ F., LEROY P.L., ELSEN J.M., BIBE B., 2002. La conformation bouchère des agneaux. Etude d'après la variabilité génétique entre races. INRA Prod. Anim., 15, 53-66.