



HAL
open science

Influence du caractère culard sur la production et la qualité de la viande des bovins Blanc Bleu Belge

A. Clinquart, J.L. Hornick, C. van Eenaeme, L. Istasse

► **To cite this version:**

A. Clinquart, J.L. Hornick, C. van Eenaeme, L. Istasse. Influence du caractère culard sur la production et la qualité de la viande des bovins Blanc Bleu Belge. *Productions Animales*, 1998, 11 (4), pp.285-297. hal-02695762

HAL Id: hal-02695762

<https://hal.inrae.fr/hal-02695762v1>

Submitted on 1 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Influence du caractère culard sur la production et la qualité de la viande des bovins Blanc Bleu Belge

Chez les bovins, la présence du caractère culard se traduit par des modifications importantes de conformation et de composition de la carcasse. Les caractéristiques de la viande sont elles aussi modifiées, mais de façon variable suivant les muscles.

Cet article fait le point, pour la race Blanc Bleu Belge, des écarts existant entre les taurillons de type culard et ceux de type conventionnel.

L'orientation de la sélection bovine en faveur d'animaux à fort développement musculaire a été favorisée à partir des années 50 par l'intensification des spéculations lait et viande et par les incitations du marché de la viande en faveur d'animaux qui présentent des rendements élevés en morceaux de pre-

mier choix (Hanset 1992). Elle a conduit à une transformation très spectaculaire dans les races qui présentent une tendance prononcée à l'hypertrophie musculaire, telles la race de Moyenne et Haute Belgique et la race Piémontaise. Ainsi, en Belgique, où l'appellation Moyenne et Haute Belgique a été remplacée par Blanc Bleu Belge (BBB), la transformation du type mixte en type viande, c'est-à-dire la fixation du caractère culard, n'a pris que 15 à 20 ans grâce à une sélection très sévère réalisée sur la base des performances zootechniques et de la composition de la carcasse.

Même si la sélection n'a que très rarement pris en compte les qualités organoleptiques de la viande, l'émergence de la race BBB, et plus particulièrement du type culard au sein de celle-ci, est pourtant liée à la qualité des viandes qui en sont issues. On considère généralement que la viande de ces animaux est tendre et pâle (Hanset *et al* 1989, Hanset 1992) et qu'elle est appréciée par le consommateur belge. Cette appréciation est le plus souvent formulée de manière subjective. Bien qu'il n'existe que peu d'études objectives et scientifiques permettant d'évaluer la variation de la qualité de la viande au sein de la race BBB ou de comparer ces viandes à celles qui sont issues d'autres races, cet article a pour objectif d'en analyser les données afin de préciser les écarts qui séparent aujourd'hui les caractéristiques des viandes des taurillons BBB de type culard de celles du type mixte sur la base d'études ayant pris en compte simultanément les deux types d'animaux.

Résumé

Lorsqu'on les compare à des sujets mixtes de la même race, les taurillons Blanc Bleu Belge (BBB) culards réalisent des gains quotidiens moyens au moins aussi élevés tout en consommant moins d'aliments. L'amélioration de l'efficacité alimentaire est expliquée principalement par la composition des gains de poids : la carcasse d'un sujet BBB culard contient au moins 60 kg de muscle en plus et 30 kg de graisse en moins que celle d'un sujet mixte abattu au même poids vif. Lorsque le poids vif augmente, on observe, dans les deux types, une augmentation du rendement à l'abattage et de la proportion de viande maigre dans la carcasse.

La composition chimique et les qualités organoleptiques des viandes sont, elles aussi, influencées par le caractère culard. La teneur en gras est réduite et la proportion d'acides gras polyinsaturés est augmentée chez le culard, ce qui constitue un avantage nutritionnel. L'évolution plus rapide du pH *post mortem* chez le taurillon culard ne peut expliquer que très partiellement les différences observées pour les qualités sensorielles. La couleur plus pâle de la viande est liée en grande partie à sa faible teneur en myoglobine. L'avantage du culard en matière de tendreté, expliqué par une teneur faible en collagène, n'apparaît pas dans un morceau noble de la carcasse à faible teneur en collagène. Enfin, dans la majorité des études disponibles à ce jour, la capacité de rétention d'eau de la viande produite par les culards apparaît peu différente de celle des non culards.

Les concentrations de plusieurs métabolites sanguins indiquent une répartition des nutriments favorable au dépôt de protéines et défavorable au dépôt de graisses chez le culard. Lors de l'engraissement, les particularités endocriniennes concernent essentiellement l'hormone de croissance et l'insuline ; elles peuvent expliquer la répartition particulière des nutriments.

Certains de ces écarts seront « relativisés » par la comparaison avec les mêmes paramètres mesurés au cours des mêmes expérimentations dans une race spécifiquement laitière, la Holstein-Frison.

En production intensive de viande, c'est-à-dire lors d'engraissement avec des rations à base de pulpes de betterave séchées ou d'ensilage de maïs, ce qui est généralement le cas pour la race BBB, les gains quotidiens moyens atteignent habituellement 1,4 à 1,6 kg/j (Bouqué *et al* 1992). Dans la littérature, on observe, aussi bien chez les mixtes que chez les culards, une variabilité importante des gains quotidiens moyens, avec des valeurs extrêmes de 1,02 kg/j (Van de Voorde et Verbeke 1982) et 1,49 kg/j (Cliquart *et al* 1992) pour le type mixte, et de 1,03 kg/j (Van de Voorde et Verbeke 1982) et 1,70 kg/j (Cliquart *et al* 1991a) pour le type culard. Si l'on se limite aux seules expériences dans lesquelles les types mixte et culard étaient utilisés simultanément dans les mêmes conditions expérimentales (Hanset *et al* 1979, Lambot *et al* 1982, Van de Voorde et Verbeke 1982, Cliquart *et al* 1992 et 1995), la moyenne des gains quotidiens moyens s'élève à 1,285 kg/j chez les culards (n = 80) et 1,293 kg/j chez les mixtes (n = 91), soit une différence de 1 % seulement. Tous ces animaux avaient reçu une ration à base d'aliment concentré, sauf dans l'expérience de Cliquart *et al* (1992) pour laquelle l'aliment de base était l'ensilage de maïs. Dans cette dernière expérience, le gain quotidien moyen des culards a été inférieur de 11 % à celui des taureaux de type mixte, ce qui semble indiquer une moins bonne valorisation de cet aliment grossier par les animaux culards. On peut en conclure que les taureaux culards peuvent produire des gains similaires à ceux des taureaux mixtes lorsqu'ils reçoivent une ration présentant des densités énergétique et protéique élevées.

Le sujet culard présente une capacité d'ingestion réduite liée à une réduction du poids du tractus digestif (Ansay et Hanset 1979, Istasse *et al* 1990a). Dans les expériences comparant deux ou trois types d'animaux, la consommation alimentaire quotidienne des culards a été en moyenne inférieure de 5 % à celle des mixtes (7,80 vs 8,23 kg/j ; Hanset *et al* 1979, Lambot *et al* 1982, Cliquart *et al* 1992 et 1995) et de 10 % à celle des Holstein (7,69 vs 8,59 kg/j ; Hanset *et al* 1989, Istasse *et al* 1990a, Cliquart *et al* 1995). Puisque les gains quotidiens moyens ont été très proches dans les trois groupes, des différences relatives du même ordre de grandeur ont été observées pour l'indice de consommation, indiquant une efficacité alimentaire plus élevée chez les culards (6,13 vs 6,46 kg de matière sèche par kg de gain), soit une supériorité de 5 %, identique à celle qui a été observée chez des taureaux Charolais par Geay *et al* (1982). En termes de consommation quotidienne, cet avantage du BBB culard sur le mixte peut s'élever à 140 g par 100 kg de poids vif, ce qui représente 140 kg d'aliment sec par taurillon si la durée d'engrais-

sement est de 5 mois environ, soit une économie de 11 %.

Plusieurs éléments peuvent être pris en compte simultanément pour expliquer l'efficacité alimentaire élevée des culards. Elle peut provenir d'une diminution des dépenses énergétiques nécessaires à l'entretien et au gain de poids.

Des besoins énergétiques d'entretien plus faibles peuvent entraîner une meilleure efficacité d'utilisation de l'énergie chez le culard (Hanset *et al* 1979, 1987 et 1989). Vermorel *et al* (1976) ont également rapporté des besoins énergétiques d'entretien plus faibles chez des taurillons Charolais que chez des taurillons Frisons et en ont conclu que les besoins d'entretien des races à viande sont inférieurs à ceux des races laitières. Ces besoins concernant l'organisme dans son intégralité. Il n'est pas possible, à ce jour, de déterminer si les besoins d'entretien plus faibles du culard sont liés à une consommation d'énergie moindre par les muscles ou par les différents organes. Si l'on suppose que les taux métaboliques tissulaires sont identiques chez les culards et les non culards, l'augmentation de la dépense énergétique liée à l'hypertrophie musculaire n'est pas compensée par l'économie énergétique provenant de l'hypotrophie de divers organes dont les besoins en énergie sont élevés (Vermorel *et al* 1994). On ne peut néanmoins pas exclure des différences dans les taux métaboliques tissulaires des culards et des non culards.

L'accroissement de l'efficacité alimentaire des culards ne peut provenir d'une augmentation de la digestibilité apparente des composants de la ration puisque, selon les auteurs, celle-ci peut être identique à celle d'animaux normaux (Vermorel *et al* 1976 avec des taurillons Charolais) voire plus faible (Cliquart *et al* 1995 avec des taurillons BBB).

L'efficacité alimentaire élevée des taureaux culards est dès lors principalement expliquée par la composition chimique du gain de poids. Ces animaux déposent plus de protéines et moins de gras par kg de gain. La composition de ces dépôts sera détaillée dans les paragraphes consacrés à la composition de la carcasse et de la viande.

1 / Caractéristiques de la carcasse

1.1 / Rendement à l'abattage

Dans la très grande majorité des cas, le rendement à l'abattage est exprimé par le rapport entre le poids de la carcasse chaude et le poids vif du taurillon à son arrivée à l'abattoir. Dans quelques cas seulement c'est le poids de la carcasse mesuré après refroidissement qui a été pris en compte dans le calcul (Michaux *et al* 1983). Dans ce cas, le rendement à l'abattage est sous-estimé puisque la perte pondérale de la carcasse peut atteindre plusieurs points lors du refroidissement.

Si on se limite aux seules expérimentations qui comparaient simultanément des taurillons culards et mixtes dans les mêmes conditions expérimentales (Ansay et Hanset 1979, Lambot *et al* 1983, Van de Voorde et Verbeke 1983, Clinquart *et al* 1992 et 1994a, Uytterhaegen *et al* 1994, Fiems *et al* 1995), le rendement moyen a été de 61,0 % chez les mixtes pour un poids moyen de 562 kg à l'abattage (neuf groupes totalisant 359 animaux) et de 66,5 % chez les culards pour un poids moyen de 582 kg à l'abattage (huit groupes totalisant 220 animaux). Les valeurs minimales et maximales étaient respectivement de 57,1 et 65,5 % chez les mixtes et de 62,5 et 70,3 % chez les culards. La différence de rendement à l'abattage entre les deux types s'est donc élevée à 5,5 points, ce qui représente, pour des poids identiques à l'abattage - soit 566 kg en moyenne - une différence de plus de 30 kg à l'avantage du culard. Cette différence correspond à la différence habituellement observée dans d'autres races entre culards et non culards (Boccard 1981).

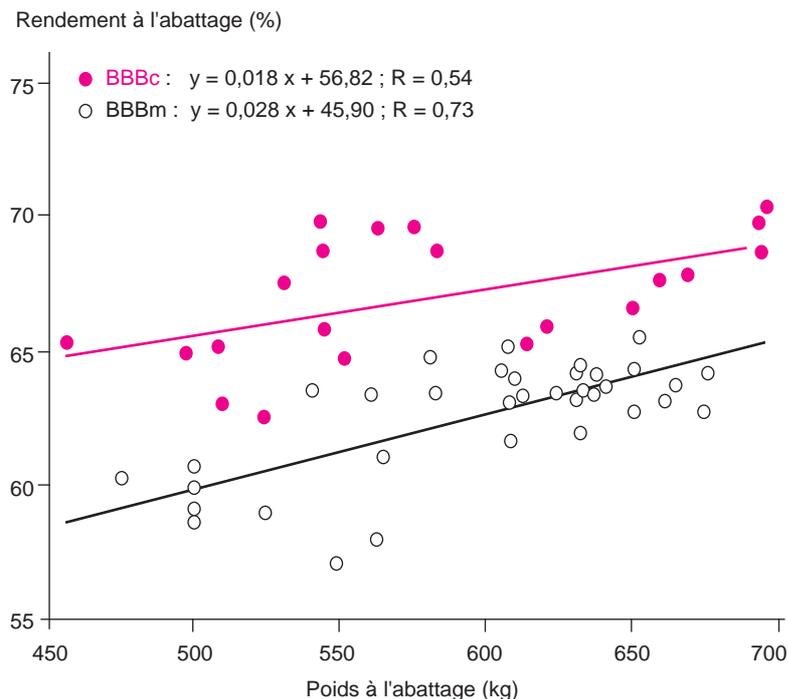
Le poids vif final observé actuellement en race BBB est généralement supérieur à 600 kg. Il est associé à un rendement à l'abattage supérieur aux moyennes calculées sur plusieurs décennies. Cette augmentation du rendement peut en grande partie être expliquée par l'augmentation du poids vif. En effet, sur la base diverses études citées par Clinquart (1997), on observe, pour un poids vif compris entre 450 et 700 kg, une corrélation positive et significative entre celui-ci et le rendement à l'abattage (figure 1). Ainsi, par exemple, lorsque le poids final passe de 550 à 700 kg, le rendement augmente de 66,7 à 69,4 % chez les culards et de 61,3 à 65,5 % chez les mixtes. Il apparaît également que la différence de rendement entre les mixtes et les culards diminue avec l'augmentation du poids vif : ainsi cet écart s'élève à 5,4 points à 550 kg et n'est plus que de 3,9 points à 700 kg.

Le rendement élevé des culards s'explique par une hypertrophie du tissu musculaire et par une hypotrophie des organes digestifs, des reins, de la rate et de la peau (Hanset et Ansay 1972, Istasse *et al* 1990a). Ainsi, chez des veaux BBB culards et mixtes pesant 83 kg, Ansay et Hanset (1979) ont observé chez les premiers une hypotrophie de 15 % pour le cœur, de 17 % pour le foie et le tractus digestif, de 19 % pour les reins et les poumons, de 20 % pour la peau, de 21 % pour la graisse péri-rénale et de 37 % pour la rate. Ils ont aussi observé une augmentation moyenne de 22 % de la masse totale des muscles. Ces différences peuvent déjà être mises en évidence au cours de la gestation et persistent lors de la croissance post-natale et de l'engraissement.

1.2 / Composition de la carcasse

La composition de la carcasse des taurillons de la race BBB peut être estimée par diverses méthodes : dissection totale de la carcasse ou d'une demi-carcasse, dissection du 7^e (Hanset

Figure 1. Relation entre le poids à l'abattage et le rendement à l'abattage chez des taurillons Blanc Bleu Belge des types culard (BBBc, 21 observations totalisant 500 animaux) et mixte (BBBm, 38 observations totalisant 933 animaux).



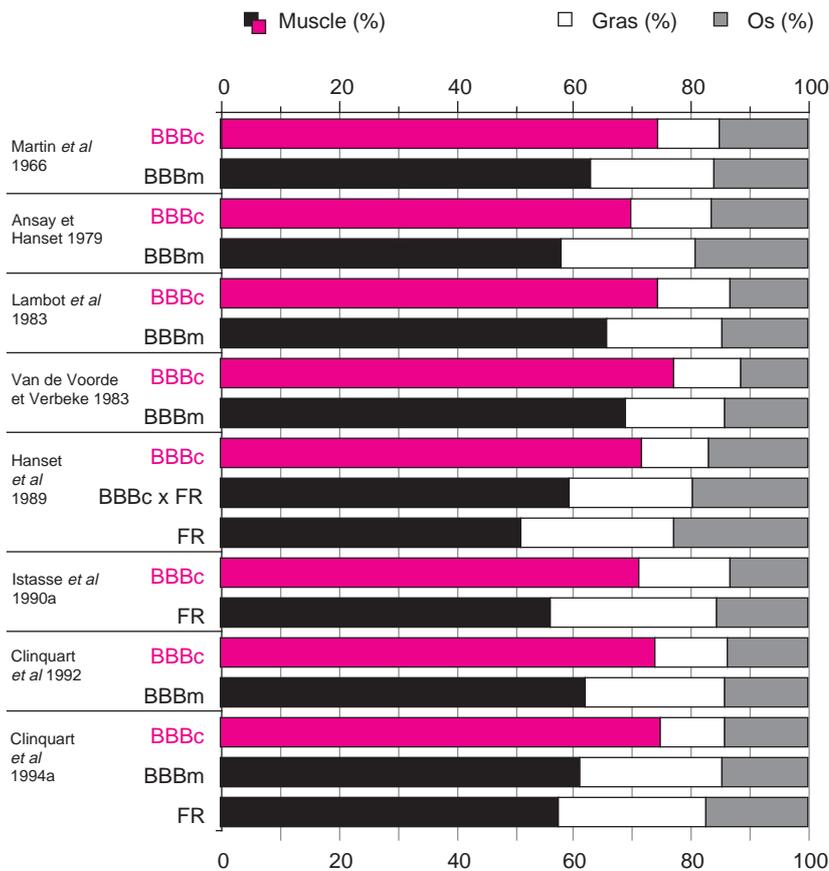
et al 1978, Michaux *et al* 1983) ou du 8^e (Verbeke et Van de Voorde 1978) segment monocostal ou du segment tricostal 7-8-9 (Martin et Torreele 1962). Par régression, les quantités ou proportions de muscle, de gras et d'os issues d'un segment monocostal ou tricostal permettent généralement d'estimer la composition de toute la carcasse. Toutes ces méthodes ne sont cependant pas applicables au sujet culard : ainsi, par exemple, la régression entre la composition du 7^e segment monocostal et la composition de la carcasse n'est pas significative chez le culard. Puisque tous ces modèles n'ont pas été comparés, il serait hasardeux de comparer directement des résultats obtenus avec des méthodes différentes ou, pire encore, de comparer les résultats bruts d'une dissection d'un segment monocostal avec la composition réelle de la carcasse. Ainsi, par exemple, la dissection du 8^e segment monocostal sous-estime la proportion réelle de gras dans la carcasse (Michaux *et al* 1983).

a / Proportions de viande maigre et de gras

Si, compte tenu des réserves émises ci-dessus, on se limite aux seules études comparatives (figure 2), les résultats obtenus pour les deux types de taurillons peuvent être directement comparés : pour un poids final moyen de 562 kg chez les mixtes et de 582 kg chez les culards, les proportions moyennes de muscle ont été respectivement de 63,4 et 74,7 %, celles de gras de 21,9 et 11,8 %. La teneur en muscle de la carcasse des culards est très élevée, même si elle est parfois plus faible que celle qui a pu être obtenue avec des taureaux

Le poids vif à l'abattage des taurillons culards BBB est en général supérieur à 600 kg. Le rendement à l'abattage varie de 62 à 70 %.

Figure 2. Composition de la carcasse des taurillons BBB culards (BBBc), mixtes (BBBm), Holstein-Frison (FR) ou croisés BBBc x FR.



Chez les taurillons BBB, la teneur en muscles est en moyenne de 10 points supérieure chez les culards par rapport aux normaux.

Charolais, Piémontais ou Maine-Anjou (Raimondi et Auxilia 1973, Dumont et al 1982, Michaux et al 1983).

On observe aussi un effet favorable du poids à l'abattage sur la proportion de viande maigre de la carcasse, et ce pour des poids à l'abattage qui varient de 450 à 700 kg (figure 3). Il convient de considérer ces résultats avec beaucoup de prudence en raison de la valeur faible des coefficients de corrélation, en particulier chez les mixtes, et de la variation des méthodes utilisées pour estimer la composition de la carcasse. Une augmentation de la proportion de muscle avec le poids à l'abattage avait déjà été observée chez des taureaux culards d'une race composite par Shahin et Berg (1985a). Au cours de la même étude, ils avaient par contre observé une diminution de la proportion de muscle lorsque le poids à l'abattage augmente chez des taureaux issus d'une race à maturité précoce, la Hereford.

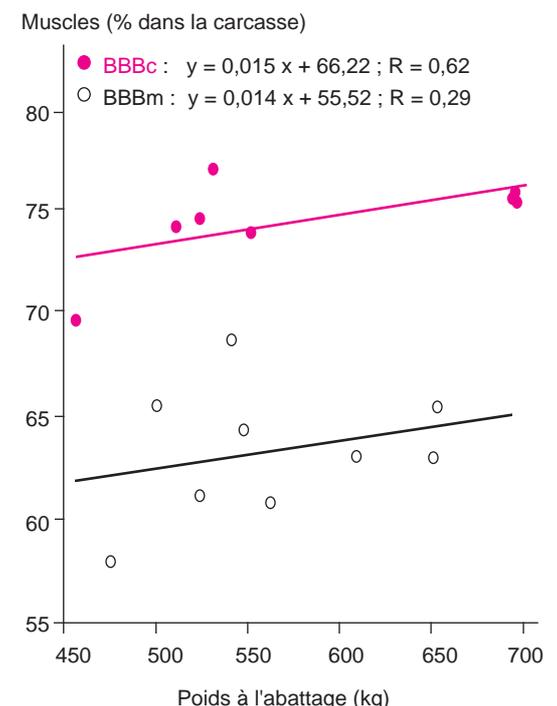
L'hypertrophie musculaire des taurillons culards n'est pas homogène dans toute la carcasse, même si le rapport poids du quartier avant/poids du quartier arrière est similaire à celui des mixtes (Van de Voorde et Verbeke 1983). Le degré d'hypertrophie peut varier de 7 à 40 % selon les muscles (Hanset 1992). De façon générale, on observe chez les taureaux culards une hypotrophie des plans musculaires profonds et une hypertrophie des plans musculaires superficiels (Boccard et Dumont 1974). Chez des veaux BBB culards de 83 kg

et par comparaison avec des veaux mixtes, Hanset et Ansay (1972) ont observé que les régions les plus hypertrophiées étaient l'épaule, le bras, la croupe, la fesse, la cuisse et le dos, alors que les régions les moins hypertrophiées étaient le cou, l'avant-bras et la jambe. Même si ces tendances persistent au cours de la croissance (Boccard et Dumont 1974), il ne faut pas exclure une influence de l'âge sur le degré d'hypertrophie ou d'hypotrophie des muscles (Michaux et al 1983).

En boucherie, l'hypertrophie musculaire des culards permet une meilleure valorisation de leur carcasse avec, par exemple, une teneur plus élevée en morceaux à cuisson rapide chez les BBB culards que chez les mixtes (52,9 vs 39,5 %). Cette différence est encore plus importante si on limite la comparaison au seul quartier avant (40,1 vs 25,9 % ; Sonnet 1982). Cette valorisation semble plus marquée que dans d'autres races si l'on se réfère à l'étude de Berg et Shahin (1983) dans laquelle la teneur en morceaux nobles des culards était supérieure de 1 % seulement à celle des non culards.

Si on multiplie le rendement à l'abattage par la proportion de muscles dans la carcasse, on obtient le « coefficient de production de viande » (Van de Voorde et Verbeke 1983). Dans les études comparatives citées plus haut, celui-ci s'est élevé à 38,7 % chez les

Figure 3. Relation entre le poids à l'abattage et la proportion de muscles dans la carcasse des taurillons Blanc Bleu Belge des types culard (BBBc, 8 observations totalisant 220 animaux) et mixte (BBBm, 9 observations totalisant 359 animaux) (Ansay et Hanset 1979, Lambot et al 1983, Van de Voorde et Verbeke 1983, Clinquart et al 1992 et 1994a, Uytterhaegen et al 1994, Fiems et al 1995).



mixtes et à 49,7 % chez les culards, ce qui signifie, pour un poids moyen à l'abattage de 572 kg, une différence de production de viande maigre de plus de 60 kg à l'avantage du culard (284 vs 221 kg de viande maigre). Le « coefficient de production de viande » des BBB culards est particulièrement élevé. A titre de comparaison, Berg *et al* (1978) citent des coefficients de 41 % et 39 % pour les culards des races Blonde d'Aquitaine et Limousine respectivement.

On peut considérer, comme cela a été montré dans d'autres races (Dumont *et al* 1982, Shahin et Berg 1985b), que l'hypotrophie du tissu adipeux des taureaux BBB culards est plus prononcée encore que l'hyperdéveloppement de leur tissu musculaire. Dans les études comparatives, si l'on détermine la quantité de gras de la carcasse à partir du rendement d'abattage et de la proportion de gras de la carcasse, la différence entre les deux types d'animaux s'élève à un peu plus de 30 kg (76,4 vs 44,9 kg chez les mixtes et les culards respectivement).

b / Proportion et quantité d'os

La proportion d'os dans la carcasse a été légèrement inférieure chez les culards (13,8 vs 14,6 %). Des différences plus marquées ont été mesurées dans d'autres races (Vissac 1968, Johnson 1981, Shahin et Berg 1985c). La différence entre culards et non culards peut néanmoins atteindre près de 8 % chez de jeunes veaux BBB (comparaison limitée à sept os seulement ; Ansay et Hanset 1979).

c / Rapport muscle/gras

En raison de la proportion plus importante de muscles et d'une plus faible proportion de gras dans la carcasse des culards, le rapport muscle/gras est beaucoup plus élevé : si l'on s'en tient aux études comparatives réalisées chez le BBB, ce rapport est quasi doublé chez les culards (6,4 vs 3,2 chez les culards et les mixtes respectivement). L'écart entre les deux types est très net puisque ce rapport n'a jamais dépassé 4,3 chez les mixtes et qu'il a toujours été supérieur à 5,2 chez les culards.

d / Rapport muscle/os

La différence en terme de rapport muscles/os a été plus faible (5,6 vs 4,2) parce que les proportions d'os ont été peu différentes entre les deux types. Ce rapport est considéré comme un bon indicateur du degré d'hypertrophie musculaire (Berg et Butterfield 1966) parce qu'il est indépendant du degré d'engraissement. Or ce dernier est influencé par le poids et l'âge des animaux (il augmente avec l'âge) ou par divers facteurs de production, tels que le type de régime utilisé ou la densité énergétique de celui-ci. La moyenne des rapports muscles/os dans les études comparatives est très proche des valeurs de référence proposées par Martin *et al* (1966) pour la composition du segment tricostral, à savoir une valeur supérieure ou

égale à 5,0 chez le culard et proche de 3,8 pour les autres types, par exemple le type mixte. On peut donc proposer ces valeurs pour la classification des animaux sur la base du rapport muscles/os de la carcasse, même si le rapport muscle/os a varié de 4,2 à 6,7. Les valeurs proposées par Martin *et al* (1966) ne peuvent cependant pas servir de critère de sélection pour le rapport muscles/os du segment monocostal. En effet, Ansay et Hanset (1979) ont observé un rapport égal à 4,2 dans le 7^e segment monocostal des taureaux culards. Cette valeur a néanmoins été supérieure à celle des mixtes. La dissection du segment monocostal permet donc de distinguer les culards des mixtes, même si elle sous-estime la proportion réelle de muscles dans la carcasse.

2 / Composition et qualité de la viande

2.1 / Composition chimique

La composition chimique de la viande des bovins BBB n'a été prise en compte que dans un nombre relativement restreint d'études. De plus, ces études n'ont bien souvent envisagé que quelques paramètres : humidité, protéines, gras par exemple. Pourtant, d'autres paramètres peuvent influencer de façon très importante les qualités sensorielles de la viande : les teneurs en collagène et en myoglobine par exemple, qui seront discutées dans le paragraphe consacré à la qualité de la viande. Le muscle habituellement prélevé pour la détermination de la composition chimique et des qualités organoleptiques de la viande BBB a été le muscle *longissimus thoracis*. En boucherie, ce muscle correspond au contre-filet ou faux-filet. L'échantillonnage peut être réalisé de façon directe et précise sur le segment monocostal ou tricostral prélevé sur la carcasse environ 48 heures après l'abattage.

a / Teneur en protéines brutes

De façon générale, on observe des teneurs en protéines brutes plus élevées chez les taurillons culards. Les teneurs moyennes ainsi obtenues (Hanset *et al* 1982, Sindic *et al* 1993, Clinquart *et al* 1994a, Fiems *et al* 1995) s'élèvent à 22,9 % chez les culards (n = 166) et à 22,4 % chez les mixtes (n = 244), soit une différence relative de 2 % à l'avantage des culards. Cette différence semble avoir été constante quel que soit le poids des animaux à l'abattage. Si l'on compare des taurillons culards à des taurillons Holstein-Frison (Clinquart *et al* 1991b et 1994a ; n = 10 pour chaque groupe), la différence relative s'élève à 5 %. Par ailleurs, Fernandez *et al* (1993) ont observé que le croisement BBB culard x Frison permettait d'augmenter la teneur en protéines brutes par rapport à la race Frison pure (23,3 vs 22,8 %, n = 22). La teneur élevée

observée chez les animaux culards peut être mise en relation avec le phénomène d'hyper-trophie musculaire, lui-même associé à une augmentation du dépôt de protéines.

b / Teneur en extrait étheré

En toute logique, chez les culards, la faible proportion de gras dans la carcasse est associée à une teneur très faible en gras de la viande. On observe une réduction relative de 59 % de l'extrait étheré du muscle *longissimus thoracis* des culards (n = 166) par rapport à celui des mixtes (n = 244), soit des teneurs s'élevant à 0,99 et 2,39 % respectivement. Cet écart semble augmenter avec le poids à l'abattage puisqu'à 500, 525 et 675 kg, il a atteint respectivement 49, 66 et 71 % (Hanset *et al* 1982, Clinquart *et al* 1994a, Fiems *et al* 1995). Si l'on compare des BBB culards à des taurillons Holstein-Frison, la différence est plus importante encore (1,09 vs 4,14 %, soit une différence relative de près de 75 % ; Clinquart *et al* 1991b et 1994a). Il est à noter que la teneur en gras du muscle *longissimus thoracis* des bovins des races à viande anglo-saxonnes, telles que les races Hereford ou Aberdeen Angus, est plus élevée encore (> 5 %).

On peut donc conclure que, dans les conditions habituelles d'abattage, la teneur en gras de la viande des culards est au moins deux à trois fois plus faible que celle de la viande d'animaux non culards. Sur la base de la composition chimique, la valeur énergétique calculée de la viande des animaux culards est donc plus faible que celle des mixtes (414 vs 468 kJ/100 g). Ces valeurs calculées pour le muscle *longissimus thoracis*, morceau noble de la carcasse, sont plus faibles que les valeurs habituellement retenues par les diététiciens pour la viande de bœuf maigre.

c / Composition en acides gras

La réduction de la teneur en gras de la viande des culards est associée à une modification des proportions des différents acides gras qui la constituent. Lors de la comparaison de la composition chimique du muscle *longissimus thoracis* de taurillons BBB culards ou mixtes avec celle des taurillons Holstein, Clinquart (1997) a observé des compositions en acides gras significativement différentes. La proportion d'acides gras polyinsaturés a été de 24, 10 et 4 % des acides gras totaux respectivement chez les culards, les mixtes et les Holstein. Cette différence, qui n'existait pas au début de la période d'engraissement, s'est faite au détriment de la proportion d'acides gras monoinsaturés. La modification de la composition en acides gras ne semble pas être spécifique de la race BBB puisque chez des taureaux Charolais de deux ans, Bailey *et al* (1982) avaient observé une teneur significativement plus faible en acides palmitique, stéarique et oléique chez les culards. On retiendra donc que, même s'il ne faut pas écarter un effet direct de la race (Huerta-Leidenz *et al* 1993), il semble bien exister une relation entre la teneur en gras du muscle et la compo-

sition des acides gras puisque les différences entre les extraits étherés et les compositions en acides gras sont apparues simultanément au cours de l'engraissement.

d / Teneur en cholestérol

Dans deux études (Sindic *et al* 1993, Clinquart *et al* 1994a), les teneurs de la viande en cholestérol ont été similaires chez les taurillons culards et chez les mixtes (36 et 46 mg par 100 g de viande), et ce pour des teneurs en gras identiques. L'influence du caractère culard sur la teneur en cholestérol de la viande semble donc nulle, contrairement à ce qui a été observé pour le cholestérol plasmatique (Clinquart *et al* 1995).

2.2 / Qualité

Contrairement aux caractéristiques de la carcasse qui ont été directement prises en compte dans les programmes de sélection, les caractéristiques qualitatives de la viande des bovins BBB culards ont été moins souvent étudiées et ont porté sur le muscle *longissimus thoracis*.

a / Evolution du pH post mortem

Le pH ultime normal du muscle *longissimus thoracis* bovin est proche de 5,5. C'est la valeur moyenne observée chez les culards et les mixtes au cours des différentes études rassemblées dans le tableau 1. Le caractère culard n'influence donc pas la valeur ultime du pH. Par contre, l'évolution du pH durant les premières heures qui suivent l'abattage a été influencée aussi bien par la race que par la conformation : l'acidification a été plus rapide chez les culards que chez les mixtes (Clinquart *et al* 1994a). Elle a été la plus lente chez les Holstein-Frison (Clinquart *et al* 1994a, Fiems *et al* 1995).

La diminution plus rapide du pH chez les culards peut être expliquée par un métabolisme glycolytique plus intense. En effet, comme dans les autres races, le tissu musculaire des BBB culards contient une proportion plus élevée de fibres IIB que celui des mixtes (Batjoens *et al* 1989 et 1990, Fiems *et al* 1995). Ces fibres sont dotées d'un métabolisme exclusivement glycolytique assurant une dégradation plus rapide du glycogène *post mortem*.

b / Capacité de rétention d'eau

Les résultats ont été variables dans les études qui ont évalué la capacité de rétention d'eau par trois méthodes : le jus expressible, les pertes à la cuisson et les pertes par écoulement.

La quantité de jus expressible n'est généralement pas plus importante chez les BBB culards lorsqu'on les compare à des mixtes, à des Holstein-Frison ou à des croisés (Sindic *et al* 1993, Clinquart *et al* 1994a, Fiems *et al* 1995), avec une exception néanmoins pour un groupe de culards dans la dernière étude. Les

La viande des culards BBB a une teneur en gras 2 à 3 fois plus faible que celle des non culards et une proportion d'acides gras polyinsaturés plus élevée.

Tableau 1. Qualité de la viande (muscle longissimus thoracis) de taurillons Blanc Bleu Belge des types mixte (BBBm) et culard (BBBc) déterminée dans diverses conditions expérimentales et comparaison avec des taurillons Holstein-Frison (FR) ou croisés (BBBcxFR). Lorsque les animaux d'une même race ou d'un même type étaient répartis en plusieurs groupes, les valeurs correspondent à la moyenne la plus faible et à la moyenne la plus élevée (paramètres : voir texte).

Référence	Race ou type	Nb groupes anim.	Nb total anim.	Age abatt. (mois)	pH			Capacité de rétention d'eau			Tendreté Force cisail. (N)	Couleur			
					1 h p.m.	4 h p.m.	final	Jus express. (cm ² ou %)	Pertes écoull. (%)	Pertes cuisson (%)		CIE a*	CIE b*	CIE a*/b*	
Etudes BBB mixtes Bouqué <i>et al</i> 1994 Cliquart <i>et al</i> 1994b	BBBm	4	87			5,48/5,51			4,4/4,7cm ²	5,6/6,2	23,9/24,4	37,0/38,4			
	BBBm	2	12	17/20	6,63/6,70	5,44/5,46	33,4/34,0%	7,0/9,5	31,1/33,3	36,9/40,8	17,5/18,0	14,4/14,7	1,80/1,85		
Etudes BBB culards Van Vooren <i>et al</i> 1992 Cliquart <i>et al</i> 1994c	BBBc	2	82	15/20	6,51/6,61	5,46/5,55	31,2/32,6%	5,4/5,9	21,6/24,3	40,5/57,4	14,8/15,2	8,1/9,6	1,6/1,8		
	BBBc	2	20		6,64/6,78	5,48/5,55		3,5/4,3	21,0/22,1	33,6/40,3	16,2/16,9	16,0/16,4	1,0/1,0		
Etudes comparatives Fernandez <i>et al</i> 1993	BBBcxFR	22	22												
	FR	22	22												
Sindic <i>et al</i> 1993	BBBc	11	11				25,9%				61,0	37,6			
	BBBm	12	12				25,4%				55,4	37,1			
Cliquart <i>et al</i> 1994a	BBBc	4	4	17	5,60	5,49	41,0%				18,3	40,9			1,4
	BBBm	4	4	17	5,83	5,51	42,5%				21,8	31,9			1,7
	FR	4	4	17	6,07	5,64	43,2%				30,7	31,7			1,7
Uytterhaegen <i>et al</i> 1994	BBBc	32	32			5,54		7,2			30,0	59,8			
	BBBm	59	59			5,49		5,4			25,6	38,3			
Fiems <i>et al</i> 1995	BBBc	2	108			5,5/5,6	4,8/4,9cm ²					48,9/52,4			
	BBBm	2	185			5,5/5,6	4,5/4,9cm ²					41,9/46,4			
	BBc	12	12		6,64		44,2%				26,1	51,0			36,2
	FR	6	6		6,86		45,7%				30,8	42,2			32,9
BBcxFR	5	5		6,76		45,0%				32,2	54,9			33,7	

pertes de jus à la cuisson des viandes de BBB, mixtes ou culards, ont été plus faibles que celles des Holstein-Frison ou croisés (Cliquart *et al* 1994a, Fiems *et al* 1995). Aucune différence n'a été observée entre mixtes et culards. Cette observation confirme d'ailleurs l'absence de différence observée dans les études antérieures de Bouton *et al* (1982) avec des bovins Murray Grey culards et ordinaires Angus x Jersey et celle de Bailey *et al* (1982) avec des taureaux Charolais de deux ans.

Uytterhaegen *et al* (1994) ont observé chez des BBB culards une capacité de rétention d'eau plus faible mesurée par les pertes par écoulement et par les pertes à la cuisson.

Il est difficile de tirer des conclusions définitives sur la capacité de rétention d'eau de la viande des BBB culards. Il convient d'attendre d'autres études sur les pertes par écoulement avant de prendre définitivement en considération les résultats d'Uytterhaegen *et al* (1994) pour ce paramètre. Une augmentation des pertes par écoulement n'est pas forcément associée à une augmentation des pertes à la cuisson et, puisque la tendance observée n'est pas constante pour ce paramètre, on retiendra que les différences sont faibles et qu'elles peuvent être influencées par les conditions de chauffage utilisées.

c / Tendreté (ou dureté)

La dureté de la viande dépend essentiellement de deux composants structuraux protéiques : le collagène, constituant principal du tissu conjonctif, et les protéines myofibrillaires, constituant principal des myofibrilles (Ouali 1991a et 1991b).

La teneur en collagène du muscle *longissimus thoracis* des culards (0,78 %, n = 86) a été inférieure d'environ 30 % à celle des mixtes (1,13 %, n = 114) (Hanset *et al* 1982, Sindic *et al* 1993, Uytterhaegen *et al* 1994). Ce muscle est un morceau de premier choix en boucherie. Les seules données disponibles pour d'autres muscles concernent le muscle *cutaneus trunci* dans lequel Ansay (1973) et Hanset *et al* (1982) ont observé une différence plus marquée encore, et ce de l'âge de 3 à 15 mois. On peut donc s'attendre à des différences très marquées dans d'autres muscles comme cela a été rapporté dans d'autres races (Lawrie *et al* 1964, Boccard 1964, Boccard et Dumont 1974, Boccard 1982).

La solubilité thermique du collagène influence directement la tendreté de la viande : une diminution de la solubilité du collagène entraîne un durcissement de sa texture. Ce paramètre n'a été mesuré que dans deux études comparatives et une seule comparait des taurillons BBB culards et mixtes (Sindic *et al* 1993). Dans cette étude, aucune différence n'a été observée entre les deux types pour ce paramètre. On ne peut néanmoins pas exclure une solubilité plus importante chez des culards plus âgés comme l'ont montré Bailey *et al* (1982) pour le muscle *longissimus thoracis* de taureaux Charolais de deux ans et

Boccard *et al* (1969) pour cinq muscles de bœuf Charolais de trois ans.

On peut donc en conclure que le premier composant de la résistance mécanique de la viande, associé à la « dureté de base », est réduit chez les sujets culards lorsqu'on les compare aux mixtes.

La dureté liée à la structure myofibrillaire a été évaluée par la mesure de la force maximale de cisaillement appliquée au muscle *longissimus thoracis*. La même tendance a été observée dans les quatre études comparant des taureaux BBB culards et normaux (Sindic *et al* 1993, Cliquart *et al* 1994a, Uytterhaegen *et al* 1994, Fiems *et al* 1995), à savoir une résistance mécanique plus élevée chez les culards. La différence a été en moyenne de 23 % avec une différence maximale de 56 % dans l'étude de Uytterhaegen *et al* (1994). Une différence similaire a par ailleurs été mise en évidence entre BBB culards et Holstein-Frison par Cliquart *et al* (1994a) et Fiems *et al* (1995). De plus, dans la dernière étude, des taureaux issus du croisement entre ces deux groupes ont présenté une force de cisaillement plus élevée que celle de taureaux d'une souche pure Holstein-Frison. On peut donc en conclure que, même si la dureté de base est réduite chez les BBB culards, la dureté liée à la composante myofibrillaire est augmentée dans le muscle *longissimus thoracis*. Puisqu'aucune étude comparant la tendreté de la viande des BBB culards et mixtes n'a été réalisée, à ce jour, sur un autre muscle, il convient d'être très prudent et de ne tirer cette conclusion que pour ce seul muscle très bien valorisé en boucherie dans toutes les races. Sur la base d'études réalisées dans d'autres races (Boccard 1981, Bailey *et al* 1982, Boccard 1982, Bouton *et al* 1982), on considère généralement que la viande de taureaux culards est plus tendre que celle de sujets non culards. L'avantage du culard varie néanmoins selon les muscles. Ainsi lorsque Boccard *et al* (1969) ont comparé les forces de cisaillement et les teneurs en hydroxyproline de cinq muscles de bœufs Charolais culards et non culards, la différence la plus faible a été observée dans le muscle *longissimus thoracis*. On peut dès lors émettre l'hypothèse que chez le BBB culard, la contribution de la dureté de base à la dureté totale de ce muscle est très limitée puisque la teneur en collagène y est particulièrement faible.

Dans le muscle *longissimus thoracis* des BBB culards, la dureté élevée de la composante myofibrillaire n'est pas expliquée par un durcissement de la structure lié au refroidissement mais bien par une diminution de l'activité des enzymes protéolytiques impliquées dans le processus de maturation *post mortem*, en particulier de celle de la calpaïne dont la contribution au processus de maturation est importante durant les 24 premières heures qui suivent l'abattage (Uytterhaegen *et al* 1994, Fiems *et al* 1995). Par ailleurs, Van Eenaeme *et al* (1989, 1990 et 1991) ont pu mettre en évidence une réduction du turnover protéique *in vivo* chez les culards lors-

En matière de tendreté, l'avantage du BBB culard varie selon les muscles.

qu'ils les comparaient à des taurillons Holstein. Cette réduction peut s'expliquer par une diminution de l'activité des enzymes protéolytiques, favorable à un dépôt protéique net plus élevé chez le BBB, pouvant se maintenir *post mortem* et entraîner une réduction du processus de maturation. L'origine de cette altération peut être génétique. Il ne faut néanmoins pas exclure chez le culard un effet défavorable de la chute rapide du pH sur l'activité des enzymes protéolytiques au cours des 24 premières heures *post mortem* (Cliquart *et al* 1994a).

Dans le muscle *longissimus thoracis* la composante myofibrillaire contribue pour une grande part à la résistance mécanique mesurée lors du cisaillement. Cette composante semble défavoriser le sujet culard. Il conviendrait donc d'analyser la tendreté de viandes de deuxième choix puisque l'avantage qualitatif du culard sur le mixte concerne particulièrement cette catégorie de viandes. On pourrait alors montrer que, dans ces muscles, l'avantage du culard en termes de dureté de base permet de compenser la réduction du processus protéolytique.

d / Couleur

Lorsqu'on la compare à celle des non culards, la viande des bovins culards est plus pâle (Boccard 1981) parce que sa teneur en myoglobine est plus faible (Ouhayoun 1982). La couleur peut être quantifiée par détermination des paramètres CIE L*, a* et b*. La luminosité (L*) est relativement élevée chez le BBB lorsqu'on le compare à la race Holstein-Frison, ce qui correspond à une viande plus pâle (Cliquart *et al* 1994a, Fiems *et al* 1995). La différence entre taurillons culards et mixtes a été presque nulle dans les études de Sindic *et al* (1993) et Fiems *et al* (1995). Elle a été significative dans celle de Cliquart *et al* (1994a) et associée à une augmentation significative du rapport a*/b*, indiquant à une augmentation de la teinte rouge. Dans cette dernière expérience, ces modifications de la couleur ont été associées à une teneur en myoglobine plus faible chez les culards, avec une différence de près de 30 %. Cette réduction peut être expliquée par une proportion plus faible des fibres oxydatives (I) ou oxydolytiques (IIA) (Batjoens *et al* 1989). Dans les différentes études comparant des BBB culards et non culards, les paramètres L*, a* et b* ont été mesurés deux jours *post mortem*. La stabilité de la couleur au cours du temps n'a pas été envisagée.

3 / Modifications des métabolismes protéique et lipidique

Le développement musculaire important et la faible adiposité des culards sont expliqués par des modifications du métabolisme des tissus musculaire et adipeux (Van Eenaeme *et al*

1989, Bas *et al* 1995, Hocquette *et al* 1995). Dans la race BBB, le caractère culard est associé à des modifications des concentrations plasmatiques de divers métabolites (Istasse *et al* 1990a et b, Cliquart *et al* 1995, Cliquart 1997). La créatininémie plus élevée, modification très souvent rapportée, résulte de l'accroissement de la masse musculaire (Ansay et Gillet 1966, Ansay et Hanset 1979, Hanset et Michaux 1986, Istasse *et al* 1990a, Cliquart *et al* 1995). En outre, chez les culards, une faible concentration plasmatique d'azote- α -aminé indique une augmentation de la synthèse et/ou une diminution de la dégradation protéique ; des concentrations plasmatiques des triglycérides et des acides gras non estérifiés respectivement faibles et élevés indiquent une diminution de la synthèse et/ou une augmentation de la dégradation des lipides par rapport aux taurillons de race laitière. Les BBB mixtes sont intermédiaires entre ces deux extrêmes. Les concentrations de plusieurs métabolites sanguins indiquent donc une répartition des nutriments favorable au dépôt de protéines et défavorable au dépôt de graisse chez les culards (Cliquart *et al* 1995).

Ces différences sont associées à des modifications importantes de la régulation endocrinienne de la croissance (Michaux *et al* 1981, Istasse *et al* 1990a et b, Cliquart *et al* 1995). Les valeurs élevées d'amplitude et de surface des pics de concentration d'hormone de croissance (GH) observées jusqu'à la fin de l'engraissement chez les taurillons BBB des types culard et mixte comparés à des Holstein-Frison de même âge indiquent une modification de la régulation de la croissance par l'axe somatotrope. Ces valeurs élevées peuvent être liées à un retard de maturité par rapport à une race considérée comme précoce. Elles peuvent en outre expliquer partiellement les différences métaboliques relatées plus haut puisqu'elles favorisent la synthèse protéique et la dégradation lipidique. Pour une raison encore inconnue, ces valeurs élevées ne sont pas associées à une augmentation de la concentration d'IGF-I qui aurait eu pour effet de favoriser le dépôt de gras. Le dépôt de gras plus faible chez les BBB culards peut néanmoins être expliqué par l'insulinémie plus faible observée chez ceux-ci. En revanche, les hormones thyroïdiennes ne semblent pas être impliquées dans les modifications métaboliques observées chez le BBB culard (Cliquart *et al* 1995). Dans d'autres races, les résultats sont contradictoires puisque, selon les études, les taux plasmatiques d'hormones thyroïdiennes des sujets culards peuvent être plus faibles (Novakofski et Kauffman 1981), identiques (Kolataj *et al* 1982) ou plus élevées (Strath *et al* 1982) que celles de sujets non culards. On retiendra que les différences observées entre les races pour la composition de la carcasse sont liées principalement à des différences dans les concentrations d'insuline et de GH. En raison de ces différences et des interactions probables entre ces deux hormones, le rapport insuline/GH peut être utilisé comme indicateur de l'adiposité (Cliquart *et al* 1995).

Chez les culards, l'augmentation du dépôt de protéines et la diminution du dépôt de gras sont associées à des concentrations élevées de GH et à une insulinémie faible.

Conclusion

Chez les BBB, les avantages du culard les plus facilement décelables, et donc les plus fréquemment cités, concernent la conformation et la composition de la carcasse. Certaines caractéristiques de la viande elle-même, moins souvent étudiées, constituent pourtant un autre atout incontestable du culard sur le marché de la viande. Il s'agit de la proportion très élevée dans la carcasse de morceaux de viande à cuisson rapide, et donc tendres, et des caractéristiques nutritionnelles exceptionnelles de sa viande : teneur très faible en gras et proportion d'acides gras polyinsaturés plus importante.

On retiendra néanmoins que la tendreté supérieure du culard, résultant d'une faible teneur en collagène, n'apparaît pas dans le muscle *longissimus thoracis*, muscle le plus souvent utilisé pour l'étude de la qualité de la viande, en raison de la contribution impor-

tante de la fraction myofibrillaire à la résistance mécanique de ce muscle. La contradiction observée entre ces résultats défavorables au culard et la valorisation exceptionnelle de ses viandes en boucherie montre qu'il est hasardeux d'extrapoler les résultats obtenus sur un seul muscle, même considéré comme muscle de référence, à la totalité de la carcasse.

Les modifications de la composition de la carcasse et de la viande observées chez le culard peuvent être reliées à des différences métaboliques, elles-mêmes liées à des différences endocriniennes. Les modifications des concentrations de certaines hormones ne sont pourtant que la « partie visible de l'iceberg ». Il faut encore quantifier leur activité réelle en étudiant leurs protéines de liaison et/ou leurs récepteurs spécifiques et enfin décrypter les mécanismes cellulaires qu'ils inhibent ou stimulent. Ce sont les « chaînons manquants » entre le gène « culard » et la carcasse qu'il produit.

Références

- Ansary M., 1973. Etude biochimique comparée du tissu musculaire des bovidés culards et normaux après la naissance. II. La fraction azotée. *Ann. Méd. Vét.*, 117, 459-469.
- Ansary M., Gillet A., 1966. Etude de quelques constituants sanguins et urinaires dans l'hypertrophie musculaire des bovidés. II. Créatine et créatinine. *Ann. Méd. Vét.*, 110, 512-541.
- Ansary M., Hanset R., 1979. Anatomical, physiological and biochemical differences between conventional and double-muscling cattle in the Belgian Blue and White breed. *Livest. Prod. Sci.*, 6, 5-13.
- Bailey A.J., Enser M.B., Dransfield E., Restall D.J., Avery N.C., 1982. Muscle and adipose tissue from normal and double muscling cattle : collagen types, muscle fiber diameter, fat cell size and fatty acid composition and organoleptic properties. In : J.W.B. King and F. Ménissier (eds), *Muscle hypertrophy of genetic origin and its use to improve beef production*, 178-204. Martinus Nijhoff Publishers, The Hague.
- Bas P., Hocquette J.F., Bauchart D., Geay Y., 1995. Activities of lipogenic enzymes in subcutaneous adipose tissue from normal and double-muscling Belgian-Blue calves. *Ann. Zootech.*, 44, Suppl, 300.
- Batjoens P., Van Hoof J., Vereecke D., 1989. The influence of muscle fiber composition on some meat quality characteristics in young bulls. *Proc. 35th International Congress of Meat Science and Technology*, 1082-1087. Copenhagen, Denmark.
- Batjoens P., Van Hoof J., Vereecke D., 1990. De invloed van de spiervezelsamenstelling op enkele vleeskwaliteitskenmerken bij jonge stieren. *Vlaams Diergeneesd Tijdschr.*, 59, 84-89.
- Berg R.T., Butterfield R.M., 1966. Muscle : bone ratio and fat percentage as measures of beef carcass composition. *Anim. Prod.*, 8, 1-11.
- Berg R.T., Shahin K.A., 1983. Comparison of double-muscling and normal cattle. 2. Distribution of muscle, bone and fat. *Agriculture and Forestry Bulletin, Special Issue, University of Alberta*, 34-37.
- Berg R.T., Andersen B.B., Liboriussen T., 1978. Growth of bovine tissues. Genetic influences on growth, patterns of muscle, fat and bone in young bulls. *Anim. Prod.*, 26, 245-258.
- Boccard R., 1964. Relation entre l'hypertrophie musculaire des bovins culards et le métabolisme du collagène. *Ann. Zootech.*, 13, 389-391.
- Boccard R., 1981. Facts and reflections on muscular hypertrophy in cattle : double muscling or culard. In : R.A. Lawrie (ed), *Developments in Meat Science*, 1-28. Applied Science Publishers, London.
- Boccard R., 1982. Relationship between muscle hypertrophy and the composition of skeletal muscles. In : J.W.B. King and F. Ménissier (eds), *Muscle hypertrophy of genetic origin and its use to improve beef production*, 148-163. Martinus Nijhoff Publishers, The Hague.
- Boccard R., Dumont B.L., 1974. Effects of hereditary muscular hypertrophy on the musculature of cattle. *Ann. Gén. Sél. Anim.*, 6, 177-186.
- Boccard R., Dumont B.L., Schmitt O., 1969. Caractéristiques différentielles du tissu conjonctif des bovins normaux et culards. *Ann. Génét. Sél. Anim.*, 1, 178.
- Bouquay C.V., Geay Y., Fiems L.O., 1992. Bull beef production in western Europe. In : R. Jarrige et C. Béanger (eds), *Beef cattle production*, 307-321. Elsevier, Amsterdam.
- Bouquay C.V., Fiems L.O., Cottyn B.G., 1994. Beet fed as such or ensiled with maize and fresh potatoes in diets for finishing bulls. *Arch. Anim. Nut.*, 46, 93-101.

- Bouton P.E., Harris P.V., Shorthose W.R., Ellis R.W., Phillips D., 1982. Comparison of some properties of beef from animals homozygous or heterozygous for muscular hypertrophy. *Meat Sci.*, 6, 309-318.
- Clinquart A., 1997. Variation des performances zootechniques, des caractéristiques de la carcasse et des constituants plasmatiques chez le taurillon Blanc Bleu Belge : influence de la conformation, de la vitesse de croissance et d'un complément de matière grasse. Thèse d'agrégation de l'enseignement supérieur, Université de Liège, 331 p.
- Clinquart A., Istasse L., Dufrasne I., Mayombo A., Van Eenaeme C., Bienfait J.M., 1991a. Effects on animal performance and fat composition of two fat concentrates in diets for growing-fattening bulls. *Anim. Prod.*, 53, 315-320.
- Clinquart A., Van Eenaeme C., Istasse L., Dufrasne I., Mayombo A., Bienfait J.M., 1991b. Effect of age and weight on muscle composition and carcass characteristics in young fattening cattle. *Proc. 51st Easter School in Agricultural Science*, 28-29. Nottingham, Royaume-Uni.
- Clinquart A., Gielen M., Dufrasne I., Istasse L., Van Eenaeme C., Bienfait J.M., 1992. Comparaison d'ensilages de maïs de quatre variétés différentes dans l'engraissement du taurillon. *Ann. Zootech.*, 41, 49-50.
- Clinquart A., Van Eenaeme C., Van Vooren T., Van Hoof J., Hornick J.L., Istasse L., 1994a. Meat quality in relation to breed (Belgian Blue *vs* Holstein) and conformation (double muscled *vs* dual purpose type). *Sci. Alim.*, 14, 401-407.
- Clinquart A., Van Eenaeme C., Van Vooren T., Van Hoof J., Istasse L., 1994b. Carcass characteristics and meat quality of dual purpose type bulls as influenced by two growth patterns during the growing period. *Proc. 40th International Congress of Meat Science and Technology*, S-IVA.31. Den Haag, Pays-Bas.
- Clinquart A., Hornick J.L., Van Eenaeme C., Mayombo A.P., Istasse L., 1994c. Carcass composition and meat quality in double muscled bulls fattened or maintained at a reduced growth rate during the growing period. *Journées de Recherche sur l'Alimentation et la Nutrition des Herbivores*, 84. Theix, France.
- Clinquart A., Van Eenaeme C., Mayombo A.P., Gauthier S., Istasse L., 1995. Plasma hormones and metabolites in cattle in relation to breed (Belgian Blue *vs* Holstein) and conformation (double-muscled *vs* dual-purpose type). *Vet. Res. Communic.*, 19, 185-194.
- Dumont B.L., D'Herlincourt A., Schmitt O., Lefebvre J., 1982. The effect of hypertrophied type on carcass composition and muscle distribution in the Maine Anjou breed. In : J.W.B. King and F. Ménéssier (eds), *Muscle hypertrophy of genetic origin and its use to improve beef production*, 164-176. Martinus Nijhoff, The Hague.
- Fernandez J., Bastiaens A., Lenoir J.M., Théwis A., Michaux C., Gielen M., Detal G., Bienfait J.M., Hanset R., 1993. Caractéristiques de la viande (*longissimus dorsi*) de taurillons Frison et croisés Blanc Bleu Belge x Frison alimentés à base d'ensilage de maïs. *Journée d'étude « La qualité de la viande bovine : réalité ou mythe ? »*, Belgian Association for Meat Science and Technology, 4. Gembloux, Belgique.
- Fiems L.O., Van Hoof J., Uytterhaegen L., Boucqué C.V., Demeyer D., 1995. Comparative quality of meat from double-muscled and normal beef cattle. In : A. Ouali, D. Demeyer and F.J.M. Smulders (eds.), *Expression of tissue proteinases and regulation of protein degradation as related to meat quality*, 381-393. ECCEAMST, Utrecht.
- Geay Y., Robelin J., Vermorel M., Béranger C., 1982. Muscular development and energy utilisation in cattle : the double muscled as an extreme or deviant animal. In : J.W.B. King and F. Ménéssier (eds), *Muscle hypertrophy of genetic origin and its use to improve beef production*, 74-87. Martinus Nijhoff Publishers, The Hague.
- Hanset R., 1992. L'hypertrophie musculaire en Blanc Bleu Belge. *Bull. G.T.V.*, 5, 65-69.
- Hanset R., Ansay M., 1972. Régions privilégiées d'hypertrophie musculaire chez le bovin culard. *Ann. Méd. Vét.*, 116, 17-25.
- Hanset R., Michaux C., 1986. Characterization of biological types of cattle by the blood levels of creatine and creatinine. *J. Anim. Breed. Genet.*, 103, 227-240.
- Hanset R., Bienfait J.M., Jandrain M., Nicks B., Leroy P., 1978. L'intérêt d'un segment monocostal dans l'appréciation des carcasses de jeunes taureaux. *Ann. Méd. Vét.*, 122, 37-44.
- Hanset R., Stasse A., Michaux C., 1979. Feed intake and feed efficiency in double-muscled and conventional cattle. *Z. Tierz. Züchtbiol.*, 96, 260-269.
- Hanset R., Michaux C., Dessy-Doize C., Burtonboy G., 1982. Studies on the 7th rib cut in double muscled and conventional cattle. Anatomical, histological and biochemical aspects. In : J.W.B. King and F. Ménéssier (eds), *Muscle hypertrophy of genetic origin and its use to improve beef production*, 341-349. Martinus Nijhoff, The Hague.
- Hanset R., Michaux C., Stasse A., 1987. Relationships between growth rate, carcass composition, feed intake, feed conversion ratio and income in four biological types of cattle. *Genet. Select. Evol.*, 19, 225-247.
- Hanset R., Detal G., Michaux C., 1989. The Belgian breed in pure and crossbreeding : growth and carcass characteristics. *Rev. Agric., Bruxelles*, 43, 255-264.
- Hocquette J.F., Brazi S., Olivecrona T., Bengtsson-Olivecrona G., Geay Y., 1995. Lipoprotein lipase activity in muscular and adipose tissues from normal and double-muscled calves. *Proc. Nutr. Soc.*, 54, 42A.
- Huerta-Leidenz N.O., Cross H.R., Savell J.W., Lunt D.K., Baker J.F., Pelton L.S., Smith S.B., 1993. Comparison of the fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue from mature Brahman and Hereford cows. *J. Anim. Sci.*, 71, 625-630.
- Istasse L., Van Eenaeme C., Evrard P., Gabriel A., Baldwin P., Maghuin-Rogister G., Bienfait J.M., 1990a. Animal performance, plasma hormones and metabolites in Holstein and Belgian Blue growing-fattening bulls. *J. Anim. Sci.*, 68, 2666-2673.
- Istasse L., Van Eenaeme C., Gabriel A., Clinquart A., Maghuin-Rogister G., Bienfait J.M., 1990b. The relationship between carcass characteristics, plasma hormones and metabolites in young fattening bulls. *Vet. Res. Communic.*, 14, 19-29.

- Johnson E.R., 1981. Carcass composition of double-muscling cattle. *Anim. Prod.*, 33, 31-38.
- Kolataj A., Dziewiecki C., Swiergiel A., Piekarczywska A., Konecka A.M., 1982. Physiological aspects of muscular hypertrophy in cattle. V. Level of thyroxine, free fatty acids, cholesterol and haematocrit index in the blood. *Z. Tierzüchtg. Züchtungsbiol.*, 253, 256.
- Lambot O., Van Eenaeme C., Bienfait J.M., Gielen M., Istasse L., 1982. Effet du trenbolone associé au 17beta-œstradiol sur des taurillons des types culard et mixte en croissance-engraissement. I. Croissance et efficacité alimentaire. *Ann. Méd. Vét.*, 126, 477-491.
- Lambot O., Bienfait J.M., Van Eenaeme C., Istasse L., Gielen M., 1983. Effet du trenbolone associé au 17beta-œstradiol sur des taurillons des types culard et mixte en croissance-engraissement. II. Composition des carcasses. *Ann. Méd. Vét.*, 127, 103-114.
- Lawrie R.A., Pomeroy R.W., Williams D.R., 1964. Studies in the muscles of meat animals - IV. Comparative composition of muscles from « \square doppelender \square » and normal sibling heifers. *J. Agr. Sci.*, 62, 89-92.
- Martin J., Torreele G., 1962. L'appréciation de la qualité des carcasses bovines par la découpe du segment tricostal 7,8,9. *Ann. Zootech.*, 11, 217-224.
- Martin J., Verbeke R., Torreele G., 1966. Quelques caractéristiques du morceau tricostal 7,8,9 pour différents types de bétail de boucherie. *Rev. Agric., Bruxelles*, 19, 553-573.
- Michaux C., van Sicheem-Reynaert R., Peeters G., Hanset R., 1981. Plasma growth hormone (GH) level in double-muscling and conventional bulls during the first year of life. *Z. Tierz. Züchtungsbiol.*, 98, 187-196.
- Michaux C., Stasse A., Sonnet R., Leroy P., Hanset R., 1983. La composition de la carcasse de taureaux culards Blanc-Bleu Belge. *Ann. Méd. Vét.*, 127, 349-375.
- Novakofski J.E., Kauffman R.G., 1981. Biological detection of heterozygosity for double muscling in cattle. II. Thyroid hormone concentrations. *J. Anim. Sci.*, 52, 1437-1441.
- Ouhayoun J., 1982. Comparative study of muscular tissue of normal and double muscling Maine-Anjou bull calves : DNA and metabolism. In : J.W.B. King and F. Ménissier (eds), *Muscle hypertrophy of genetic origin and its use to improve beef production*, 311-328. Martinus Nijhoff Publishers, The Hague.
- Ouali A., 1991a. Sensory quality of meat as affected by muscle biochemistry and modern technologies. In : L.O. Fiems, B.G. Cottyn and D. Demeyer (eds), *Animal Biotechnology and the quality of meat production*, 85-105. Elsevier, Amsterdam.
- Ouali A., 1991b. Conséquences des traitements technologiques sur la qualité de la viande. *INRA Prod. Anim.*, 4, 195-208.
- Raimondi R., Auxilia T., 1973. Stima della resa alla macellazione e della composizione della carcassa in giovani femmine all'ingrasso di razza piemontese. *Ann. Ist. Sper. Zootec. Roma*, 6, 167-188.
- Shahin K.A., Berg R.T., 1985a. Growth patterns of muscle, fat and bone and carcass composition in double muscling and normal cattle. *Can. J. Anim. Sci.*, 65, 279-294.
- Shahin K.A., Berg R.T., 1985b. Fat growth and partitioning among the depots in double muscling and normal cattle. *Can. J. Anim. Sci.*, 65, 295-306.
- Shahin K.A., Berg R.T., 1985c. Growth and distribution of bone in double muscling and normal cattle. *Can. J. Anim. Sci.*, 65, 319-332.
- Sindic M., Bastiaens A., Deroanne C., 1993. Qualité de la viande bovine : influence de la race, de la conformation et du régime alimentaire. Journée d'étude « La qualité de la viande bovine : Mythe ou réalité ? », Belgian Association for Meat Science and Technology, 9. Gembloux, Belgique.
- Sonnet R., 1982. Analytical study on retail cuts from the double muscling animal. In : J.W.B. King and F. Ménissier (eds), *Muscle hypertrophy of genetic origin and its use to improve beef production*, 565-574. Martinus Nijhoff, The Hague.
- Strath R.A., Basarab J.A., Thompson J.R., Berg R.T., 1982. Thyroid hormone concentrations : some kinetic parameters of triiodothyronine and metabolic rate in « double-muscling » cattle. *Can. J. Anim. Sci.*, 62, 387-395.
- Uytterhaegen L., Claeys E., Demeyer D., Lippens M., Fiems L.O., Boucqué C.V., Vandevoorde G., Bastiaens A., 1994. Effects of double-muscling on carcass quality, beef tenderness and myofibrillar protein degradation in belgian blue white bulls. *Meat Sci.*, 38, 255-267.
- Van de Voorde G., Verbeke R., 1982. Etude de la qualité des carcasses. I. L'engraissement. *Rev. Agric., Bruxelles*, 35, 1783-1799.
- Van de Voorde G., Verbeke R., 1983. Etude de la qualité des carcasses. II. Composition et valeur de la carcasse. *Rev. Agric., Bruxelles*, 36, 351-368.
- Van Eenaeme C., Istasse L., Baldwin P., Gabriel A., De Haan V., Bienfait J.M., 1989. Muscle protein turnover in young bulls in relation to breed and hormonal status. *Asian Australasian J. Anim. Sci.*, 2, 200-201.
- Van Eenaeme C., Clinquart A., Baldwin P., Istasse L., Neirinck K., Bienfait J.M., 1990. Aspects of cellular nutrition and hormonal characteristics in growing fattening young bulls. *Med. Fak. Landbouww., Rijksuniversiteit Gent*, 55, 1609-1617.
- Van Eenaeme C., Clinquart A., Istasse L., Baldwin P., Hollo V., Bienfait J.M., 1991. *In vivo* and *in vitro* muscle protein turnover during the growing fattening period in two breeds of young bulls of different breeds. *Proc. 51st Easter School in Agricultural Science*, 17. Nottingham, Royaume-Uni.
- Van Vooren T., Van Hoof J., Vereecke D., Istasse L., Dufrasne I., Deswysen A., 1992. Influence of nutrition on meat quality in double muscling bulls. *Proc. 38th International Congress of Meat Science and Technology*, 2, 153-156. Clermont-Ferrand, France.
- Verbeke R., Van de Voorde G., 1978. Détermination de la composition de demi-carcasses de bovins par la dissection d'une seule côte. *Rev. Agric., Bruxelles*, 31, 875-880.
- Vermorel M., Bouvier J.C., Geay Y., 1976. The effect of the genotype (normal and double muscling Charolais and Friesian) on energy utilization by growing cattle at 2 and 16 months of age. In : *Energy metabolism of farm animals*, Proc. 7th symposium, 217-220. Vichy, France.

Vermorel M., Ortigues I., Vernet J., Geay Y., Jailler R., Jailler R., Baumont R., Hocquette J.F., Deswysen A.G., 1994. Energy metabolism in normal and double-muscled Belgian-Blue calves in relation with body composition and organ size. In : J.F. Aguilera (ed), Energy metabolism of farm animals, Consejo

Superior de Investigaciones Cientificas Granada, 209-212.

Vissac B., 1968. Etude du caractère culard. II. Incidence du caractère culard sur la morphologie générale des bovins. Ann. Zootech., 17, 77-101.

Abstract

The influence of double muscling on production and quality of meat in Belgian Blue cattle.

When compared to animals of the dual purpose type in the same breed, Belgian Blue double muscled bulls exhibit, at least, similar average daily gain with lower feed intake. The higher feed efficiency in the double muscled type is mainly explained by the composition of the weight gains, the muscle content is minimum 60 kg higher and the fat content 30 kg lower than in the dual purpose type when slaughtered at a similar liveweight. In both types, the dressing percentage and the lean meat proportion in the carcass increase with final liveweight.

The chemical composition and the sensory characteristics of meat are also influenced by double muscling. The fat content is reduced and the polyunsaturated fatty acids proportion is increased in the double muscled type, resulting in a nutritional advantage. The difference in sensory characteris-

tics could be, only partially, explained by the faster post mortem pH drop. The paler meat is mainly related to the myoglobin content. The advantage of the double muscled type in terms of tenderness, due to a low collagen content, is not exhibited in a « choice » cut of the carcass with a low level of collagen. Finally, according to most of the available data, the water holding capacity of meat of double muscled animals seems not very different.

The concentrations of several blood metabolites indicate a partition of the absorbed nutrients propitious to protein deposition and unpropitious to fat deposition in double muscled animals. During the fattening period, this specific partition can be related to endocrine characteristics, mainly growth hormone and insulin.

Clinquart A., Hornick J.L., Van Eenaeme C., Istasse L., 1998. Influence du caractère culard sur la production et la qualité de la viande des bovins Blanc Bleu Belge. INRA Prod. Anim., 11, 285-297.