HAL open science

Variabilité de la biologie musculaire et qualité sensorielle de la viande bovine

Sarah Bonny, I. Legrand, Graham Gardner, David Pethick, R. Polkinghorne, Jean-François J.-F. Hocquette

To cite this version:

Sarah Bonny, I. Legrand, Graham Gardner, David Pethick, R. Polkinghorne, et al.. Variabilité de la biologie musculaire et qualité sensorielle de la viande bovine. La revue française de la recherche en viandes et produits carnés, 2017, VPC-2017-33-1-4, 8 p. hal-01522979

HAL Id: hal-01522979

https://hal.science/hal-01522979

Submitted on 15 May 2017

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.

Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

La revue scientifique
Viandes & Produits Carnés
Référence de l'article : VPC-2017-33-1-4
Date de publication : 06 février 2017
www.viandesetproduitscarnes.com

Variabilité de la biologie musculaire et qualité sensorielle de la viande bovine

Des indicateurs de la biologie musculaire sont associés aux différences de qualité sensorielle entre muscles de bovins dégustés par des consommateurs naïfs

Mots-clés : Viande bovine, Biochimie, Consommateurs, Qualité

Auteurs : Sarah P. F. Bonny[1,2], Isabelle Legrand[3], Graham E. Gardner[1], David W. Pethick[1], Rod J. Polkinghorne[4], Jean-François Hocquette[2]

[1] School of Veterinary and Life Sciences, Murdoch University, 90 South St, Murdoch, W.A., 6150, Australie ; [2] INRA, UMR1213, Recherches sur les Herbivores, 63122 Saint Genès Champanelle, France ; [3] Institut de l'Elevage, Service Qualité des Viandes, MRAL, 87060 Limoges Cedex 2, France ; [4] Merringanee, 461 Timor Rd, NSW 2338, Australie.

* E-mail de l'auteur correspondant : s.bonny@murdoch.edu.au

La variabilité de la tendreté est un facteur majeur dans la réduction de la consommation de viande bovine. Les mesures des teneurs en lipides, collagène, fer et eau, peuvent aider à prédire la qualité sensorielle quand on ne sait pas de quel muscle provient la viande. En revanche, pour un muscle donné, les caractéristiques biochimiques sont beaucoup moins pertinentes pour prédire la qualité sensorielle.

Résumé :
Cette étude publiée dans *Animal* (2015) 9:1, pp 179–190 a porté sur la possibilité de prédire la qualité sensorielle de la viande bovine de différents muscles de la carcasse ou d'un muscle donné à partir des teneurs en fer héminique, lipides intramusculaires, eau, et collagène total, soluble ou insoluble. Au total, 540 consommateurs français naïfs ont noté sur une échelle de 0 à 100 la tendreté, l'appréciation de la flaveur, la jutosité et l'appréciation globale de six muscles grillés : le gîte noix (*biceps femoris*), le tende de tranche (*semimembranosus*), le faux-filet (*longissimus*), le rumsteck (*gluteus medius*), le paleron (*infraspinatus*) et le filet (*psoas major*) prélevés sur 18 bovins français et 18 bovins australiens. Les quatre notes issues de l'analyse sensorielle ont été combinées en une note synthétique appelée MQ4 (« Meat Quality 4 »). Tous muscles confondus (n = 6), les caractéristiques biochimiques mesurées sauf la teneur en collagène soluble ont un effet significatif sur les 4 notes sensorielles et sur la note globale MQ4. Les teneurs en lipides intramusculaires font varier en moyenne de 34,9 points (sur l'échelle de 100) les 4 notes sensorielles renseignées par les consommateurs, le fer héminique de 5,1 points, l'eau de 7,2 points, le collagène total de 36,3 points et le collagène insoluble de 41,3 points. En revanche, quand la variabilité entre muscles est prise en compte, seules les teneurs en lipides intramusculaires et en eau ont un effet significatif pour un muscle donné sur l'appréciation globale (5,9 et 6,2 points sur 100 respectivement) et la flaveur (6,1 et 6,4, points respectivement).

Abstract: Muscle biology can indicate eating quality across muscles
In this study published in *Animal* (2015) 9:1, pp 179–190, the ability of the biochemical measurements, heme Iron, IMF% (intramuscular fat), moisture content and total, soluble and insoluble collagen contents, to predict untrained consumer sensory scores both across different muscles and within the same muscle from different carcasses were investigated. Sensory scores from 540 untrained French consumers for tenderness, flavour liking, juiciness and overall liking were obtained on a 100-point scale for six muscles; outside (*m. biceps femoris*), topside (*m. semimembranosus*), striploin (*m. longissimus*), rump (*m. gluteus medius*), oyster blade (*m. infraspinatus*) and tenderloin (*m. psoas major*) from each of 18 French and 18 Australian studied cattle. The four sensory scores were weighted and combined into a single score termed MQ4 (« Meat Quality 4 ») which was also analysed. When evaluated across the six different muscles, all biochemical measurements, except soluble collagen content, had a significant effect on all of the sensory scores and MQ4. The average magnitude of impact of IMF%, heme iron, moisture content, total and insoluble collagen contents across the four different sensory scores were 34.9, 5.1, 7.2, 36.3 and 41.3 points respectively. When evaluated within the same muscle, only IMF% and moisture contents had a significant effect on overall liking (5.9 and 6.2 respectively) and flavour liking (6.3 and 6.4 respectively).

INTRODUCTION

La variabilité de la qualité de la viande bovine est considérée comme un facteur majeur dans la réduction de la consommation de cette viande (Polkinghorne et *al.*, 2008). Une enquête nationale française a mis en évidence qu'il n'existe aucune relation nette entre le prix de la viande bovine et la qualité gustative de cette viande au niveau du consommateur (Normand et *al.*, 2014). De plus, il a été montré qu'un système de prédiction de la qualité bovine serait bien accepté par les consommateurs européens (Verbeke et *al.*, 2010). D'une façon générale, les consommateurs se disent prêts à payer plus cher la viande bovine si sa qualité en bouche pouvait être garantie (Lyford et *al.*, 2010).

Une importante proportion de la littérature scientifique concernant la qualité de la viande bovine s'est intéressée à l'analyse de la tendreté par des mesures objectives, comme la force de cisaillement de Warner-Bratzler, ou par des mesures d'analyse sensorielles par des experts entraînés mais généralement sur un seul muscle qui est souvent le muscle *Longissimus* (LD) correspondant au faux-filet. Il y a très peu d'informations dans la littérature analysant les relations entre la biologie du muscle et la qualité sensorielle de la viande bovine appréciée par des consommateurs naïfs, lesquels sont à la base de l'approche de l'évaluation sensorielle de la viande bovine en Australie par le système MSA (« Meat Standards Australia »). Dans plusieurs pays (Hocquette et *al.*, 2014), dont la France, il a été démontré que le système MSA est performant pour prédire la qualité sensorielle de la viande bovine (Legrand et *al.*, 2013). Il est donc apparu intéressant de vérifier si les consommateurs naïfs (les destinataires finaux du produit) perçoivent également les relations entre la qualité sensorielle de la viande bovine et les caractéristiques biochimiques du muscle.

Il est connu que l'augmentation des teneurs en collagène total et insoluble est modérément corrélée à une diminution de la tendreté, telle que déterminées par la force de cisaillement de Warner-Bratzler ou par des jurys d'analyse sensorielle constitués d'experts entraînés (Bailey 1985, Dransfield et *al.*, 2003, Torrescano et *al.*, 2003, Chriki et *al.*, 2012). D'autres études ont souligné la relation positive entre la teneur en gras intramusculaire et la qualité sensorielle déterminée par des experts entraînés (Lorenzen et *al.*, 2003, Garmyn et *al.*, 2011, Chriki et *al.*, 2012, O'Quinn et *al.*, 2012). Plus récemment, Thompson (2004) chez le bovin et Pannier et *al.*, (2014) chez l'agneau ont confirmé ces résultats avec des consommateurs naïfs australiens. La teneur en gras intramusculaire est également associée positivement avec la concentration en fer héminique dans le muscle (Lengyel et *al.*, 2003, Kelman et *al.*, 2014) et négativement avec la proportion en eau dans le muscle bovin et porcin (Barlocco et *al.*, 2006 ; Pflanzer et de Felício, 2011).

Sur la base de ces résultats, malgré une plus grande imprécision des réponses des consommateurs naïfs, nous avons fait l'hypothèse que leurs notes de qualité sensorielle auraient des relations avec les caractéristiques biochimiques musculaires similaires à celles préalablement observées avec des mesures plus précises mais moins représentatives de force de cisaillement ou d'analyse sensorielles avec des experts entraînés.

I. MATERIELS ET METHODES

I.1. Protocole expérimental

Comme précédemment décrit par Legrand et *al.* (2013), cette étude a porté sur 18 bovins australiens âgés d'environ 18 mois, et 18 bovins français avec une grande variabilité d'âge entre 20 et 201 mois, et qui étaient représentatifs des types de production dans ces deux pays. Six muscles de chaque animal ont été sélectionnés afin d'obtenir une grande variabilité dans la qualité de la viande : le gîte noix (*biceps femoris*), le tende de tranche (*semimembranosus*), le faux-filet (*longissimus thoracis*), le rumsteck (*gluteus medius*), le paleron (*infraspinatus*) et le filet (*psoas major*). Le paleron a été cuit avec le « nerf » central, mais dégusté après le retrait de celui-ci. Après leur collecte sur carcasses, tous les muscles ont été maturés sous vide. Les muscles des carcasses australiennes ont été dégustés après 5 ou 21 jours de maturation et les muscles des carcasses françaises ont été dégustés après 10 jours de maturation, sauf le *Psoas major* qui a été maturé seulement 7 jours.

Les échantillons ont été analysés par 540 consommateurs français, 306 femmes et 234 hommes (Legrand et *al.*, 2013). Chaque consommateur naïf a noté la tendreté, l'appréciation de la flaveur, la jutosité et l'appréciation globale sur une échelle de 0 à 100 de sept échantillons, avec une cuisson au gril uniquement. Les deux tiers des consommateurs ont testé les steaks grillés à point et un tiers a testé les steaks cuits saignants. Les 4 notes ont été combinées ensemble par une formule adaptée de celle publiée par Watson et *al.* (2008) pour calculer un score global de qualité sensorielle entre 0 et 100 appelé MQ4 pour « Meat Quality 4 » : 0.3 tendreté + 0,3 flaveur + 0,1 jutosité + 0,3 appréciation globale.

Les méthodes biochimiques d'analyse des teneurs en fer héminique, lipides intramusculaires, eau, et collagène total, soluble ou insoluble ont été précédemment décrites par Allais et *al.* (2010), Listrat and Hocquette (2004) et Hornsey (1956). La teneur en collagène soluble a été déterminée indirectement par le calcul de la différence entre les teneurs en collagène total et insoluble. La distribution de ces résultats biochimiques est décrite Tableau 1.

Tableau 1 : Statistiques descriptives des caractéristiques biochimiques de l'ensemble des muscles étudiés

Teneur en	N	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum	Coefficient de Variation
Lipides Intramusculaires (%)	216	3.0	2.6	0.2	19.5	0.85
Eau (%)	216	73.2	1.8	62.1	76.6	0.02
Fer héminique (µg/g)	216	17.3	4.1	8.1	30.3	0.24
Collagène soluble (g/100g)	180	0.2	0.2	0.0	2.0	0.92
Collagène insoluble (g/100g)	180	0.6	0.2	0.2	1.6	0.39
Collagène total (g/100g)	180	0.8	0.4	0.3	3.3	0.46

N = Nombre de muscles ;
Les teneurs en collagène sont exprimées en g/100 g de muscle frais ;
Le muscle *infraspinatus* a été exclu des muscles étudiés pour les analyses des teneurs en collagène expliquant ainsi le nombre plus faible de données.

I.2. Analyses statistiques

Les notes des consommateurs naïfs concernant la tendreté, l'appréciation de la flaveur, la jutosité, l'appréciation globale et le MQ4 ont été analysées par la procédure GLM (« General Linear Models ») de SAS (SAS v9.1). Un modèle de base a été établi avec deux facteurs fixes : la combinaison « pays d'origine x durée de maturation » (Australie-5 jours, Australie-21 jours, France- 10 jours) et le degré de cuisson (saignant ou à point). L'identifiant de chaque carcasse a été inclus comme un facteur aléatoire. Ce modèle a permis d'étudier l'effet de chaque caractéristique musculaire sur les notes d'analyse sensorielle tout muscle confondu.

Un second modèle de base a ensuite été utilisé : il comprenait les mêmes effets avec l'ajout du type musculaire comme effet fixe. Ce second modèle a permis d'étudier l'effet intra-muscle de chaque caractéristique musculaire sur les notes d'analyse sensorielle.

Les caractéristiques biochimiques (teneurs en fer héminique, lipides intramusculaires, eau, et collagène total, soluble ou insoluble) ont ensuite été incorporées une à une comme covariable dans les deux modèles de base (avec et sans type de muscle), ainsi que leurs interactions avec tous les effets fixes, afin de tester les effets de ces caractéristiques biochimiques sur les notes d'analyse sensorielle. Dans tous les cas, les termes non significatifs ($p > 0,05$) ont été enlevés progressivement. Le muscle *Infraspinatus* n'a pas été utilisé dans l'analyse des teneurs en collagène en raison d'un échantillonnage erroné qui n'a pas permis d'obtenir ces données.

II. RESULTATS

II.1. Analyses quel que soit le type de muscle

Le modèle statistique de base (avec prise en compte seulement du pays, de la durée de maturation et de la température de cuisson) permet d'expliquer entre 0.6% et 8.6% de la variabilité des notes d'analyse sensorielle attribuées par les consommateurs naïfs aux différents muscles (Tableau 2). Quand les caractéristiques biochimiques sont incluses dans le modèle, un effet significatif est observé avec toutes les notes d'analyse sensorielle sauf dans le cas du collagène soluble. Le modèle qui prend en compte la teneur en collagène insoluble explique la part de variance la plus importante (soit entre 18,3% et 67,1%, Tableau 2). Les modèles qui incluent les teneurs en collagène total et lipides intramusculaires expliquent également une part importante de la variabilité (Tableau 2). La teneur en fer héminique est la caractéristique biochimique qui explique la part de variance la plus faible.

Les relations entre les caractéristiques biochimiques et les notes d'analyse sensorielle sont très similaires pour toutes les notes que ce soient le MQ4, la tendreté, l'appréciation de la flaveur, la jutosité et l'appréciation globale. Les relations entre le MQ4 et les teneurs en collagène insoluble, en collagène total ou en eau sont négatives (Figure 1). Il en est de même pour toutes les notes d'analyse sensorielle. Plus spécifiquement, la relation entre le MQ4 et les teneurs en collagène insoluble et total est curvilinéaire (Figure 1). Pour la gamme de variabilité étudiée (de 0,2 à 1,1 g/100 g de muscle frais en excluant les valeurs extrêmes), quand la teneur en collagène insoluble augmente, le MQ4 diminue de 54,6 points sur une échelle de 100 et cette diminution est la plus forte entre 0,2 à 0,7 g/100 g de collagène insoluble en poids frais.

Les résultats sont très similaires pour la teneur en collagène total qui induit une réduction du MQ4 de 47,6 points sur 100.

La teneur en eau présente une relation linéaire négative avec le MQ4 et induit une diminution de 21,9 points sur 100 du MQ4 dans la gamme de variabilité étudiée (Figure 1).

Les teneurs en lipides intramusculaires et en fer héminique sont positivement corrélées entre elles et ont toutes deux une relation positive avec le MQ4 (Figure 1) ainsi qu'avec les autres notes d'analyse sensorielle.

Dans la gamme étudiée dans le cadre de cette étude (de 0,23% à 9% en excluant les valeurs extrêmes), la teneur en lipides intramusculaires induit une augmentation de 43,8 points sur 100. La relation est une courbe curvilinéaire bien que la valeur du plateau n'ait pas été atteinte au maximum de la teneur en lipides intermusculaire mesurée. Ce type de relation est similaire pour toutes les autres notes d'analyse sensorielle.

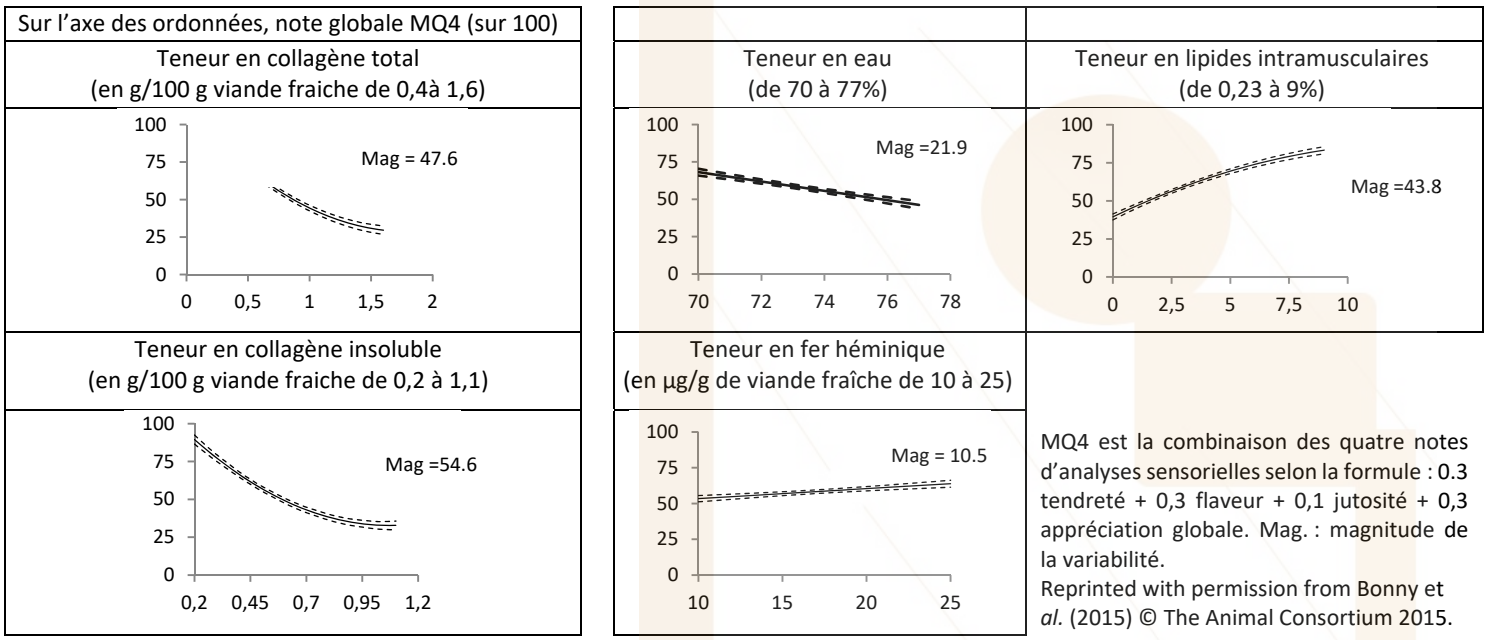
La relation entre la teneur en fer héminique et le MQ4 est également une courbe curvilinéaire bien que l'effet du fer héminique sur le MQ4 soit beaucoup plus faible (augmentation maximum de 10,5 points sur 100, Figure 1).

Tableau 2 : Part de la variance (%) expliquée par le modèle statistique de base (sans effet muscle) (Bonny et *al.*, 2015, Animal, 9, 179–190)

	MQ4	Appréciation globale	Tendreté	Appréciation de la flaveur	Jutosité
Modèle de base	1,2	0,9	0,6	2,0	8,6
Part de la variance expliquée par les teneurs en composants musculaires					
Lipides Intramusculaires (%)	36,9	35,8	36,5	29,4	35,9
Eau (%)	7,9	8,3	5,4	6,9	7,4
Fer héminique (µg/g)	1,8	3,5	4,4	4,1	11,6
Collagène soluble (g/100g)	48,6	48,4	67,1	24,0	18,3
Collagène insoluble (g/100g)	41,0	41,8	36,7	30,9	31,0

Les teneurs en collagène sont exprimées en g/100 g de muscle frais ;
La note globale MQ4 a été calculée par la formule suivante : 0,3 tendreté + 0,3 appréciation de la flaveur + 0,1 jutosité + 0,3 appréciation globale.

Figure 1 : Relation entre la note de qualité sensorielle synthétique MQ4 et les caractéristiques biochimiques du muscle sans prise en compte du facteur muscle (adapté de Bonny et *al.*, 2015, Animal, 9, 179–190)



MQ4 est la combinaison des quatre notes d'analyses sensorielles selon la formule : 0.3 tendreté + 0,3 flaveur + 0,1 jutosité + 0,3 appréciation globale. Mag. : magnitude de la variabilité.
Reprinted with permission from Bonny et *al.* (2015) © The Animal Consortium 2015.

II.2. Analyses après prise en compte du type de muscle

Quand le facteur « muscle » est inclus dans le modèle statistique de base, contrôlant ainsi la variabilité due au type de muscle, la part de la variabilité des notes d'analyse sensorielle est beaucoup plus élevée. En effet, le modèle permet d'expliquer 79,5% de la variabilité du MQ4, 82,0% pour la tendreté, 70,1% pour la flaveur, 66,0% pour la jutosité et 77,8% pour l'appréciation globale.

En revanche, l'importance des effets des caractéristiques biochimiques a diminué (Tableau 3). Plus précisément, en prenant en compte l'effet muscle, donc en travaillant intra-muscle, seules les teneurs en lipides intramusculaires et en eau ont une relation significative avec la flaveur et l'appréciation globale (Figure 2).

Tableau 3 : Part de la variance (%) expliquée par le modèle statistique de base (avec effet muscle) (Bonny et *al.*, 2015, Animal, 9, 179–190)

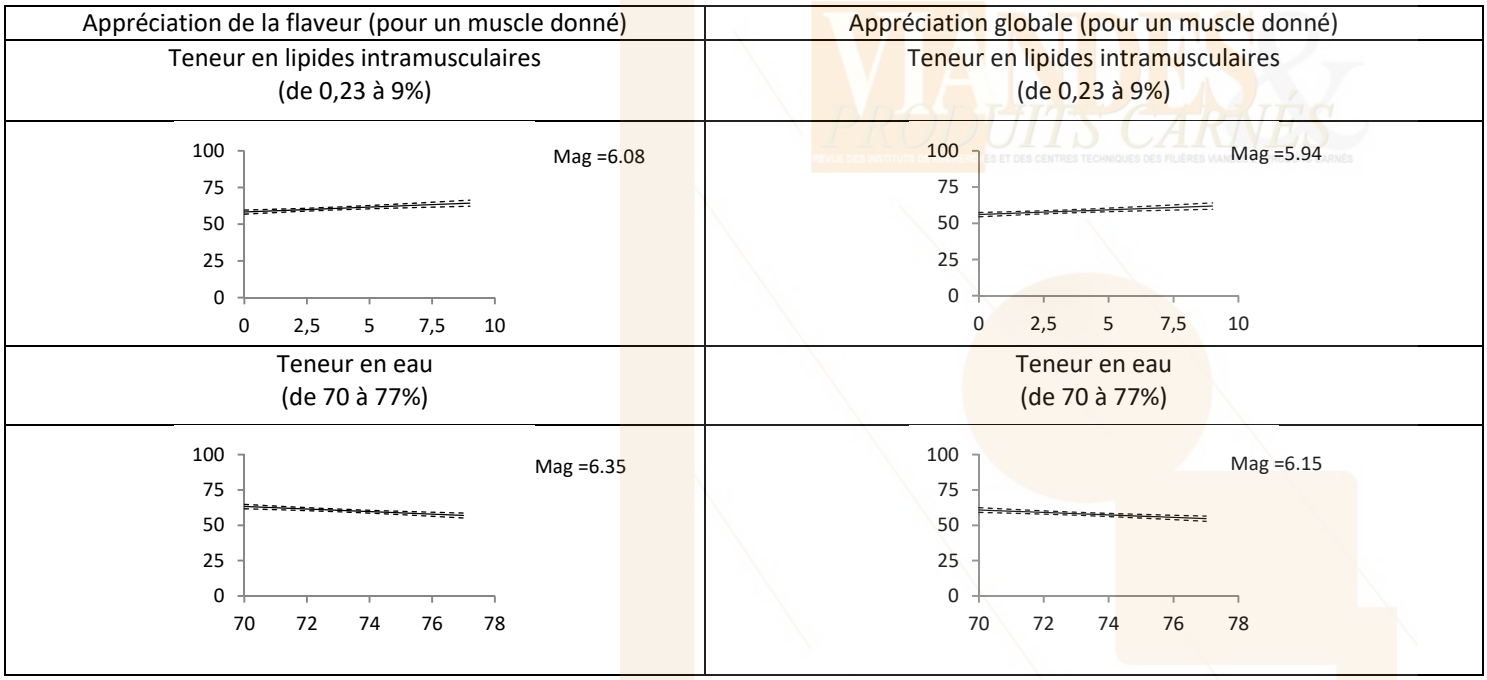
	MQ4	Appréciation globale	Tendreté	Appréciation de la flaveur	Jutosité
Modèle de base avec effet muscle	79,5	77,8	82,0	70,1	66,0
Part de la variance expliquée par les teneurs en composants musculaires					
Lipides intramusculaire (%)	NS	0,06	NS	6,3	NS
Eau (%)	NS	0,08	NS	6,3	NS

Les teneurs en collagène sont exprimées en g/100 g de muscle frais ;
La note globale MQ4 a été calculée par la formule suivante : 0,3 tendreté + 0,3 appréciation de la flaveur + 0,1 jutosité + 0,3 appréciation globale.

La relation entre la teneur en lipides intramusculaires et les deux notes sensorielles (appréciation de la flaveur, appréciation globale) est comme précédemment positive mais linéaire (Figure 2). Cette relation explique 0,06% et 6,3% de la variabilité de l'appréciation globale et de l'appréciation de la flaveur respectivement. Pour la gamme de variation étudiée, quand la teneur en lipides intramusculaires augmente, l'appréciation globale et l'appréciation de la flaveur augmentent de 5,94 et 6,08 points sur 100 respectivement.

Enfin, comme précédemment, la teneur en eau a une relation négative et linéaire avec l'appréciation de la flaveur et l'appréciation globale (Figure 2). La teneur en eau explique 0,08% et 6,3% de la variabilité de l'appréciation globale et de l'appréciation de la flaveur respectivement. Pour la gamme de variation étudiée, quand la teneur en eau diminue, l'appréciation globale et l'appréciation de la flaveur diminuent de 6,15 et 6,35 points sur 100 respectivement.

<u>Figure 2 :</u> Relation entre la note de qualité sensorielle synthétique MQ4 et les caractéristiques biochimiques du muscle après prise en compte de l'effet muscle (Bonny et *al.*, 2015, Animal, 9, 179–190)



MQ4 est la combinaison des quatre notes d'analyses sensorielles selon la formule : 0,3 tendreté + 0,3 appréciation de la flaveur + 0,1 jutosité + 0,3 appréciation globale. Mag. : magnitude de la variabilité.
Reprinted with permission from Bonny et *al.* (2015) © The Animal Consortium 2015.

III. DISCUSSION

L'hypothèse selon laquelle le collagène total ou insoluble est un facteur diminuant les notes de qualité sensorielle de la viande bovine attribuée par des consommateurs naïfs a été partiellement confirmée par nos résultats. Cependant, la teneur en collagène soluble n'a pas eu d'effet significatif. Nos résultats sont en accord avec ceux de Chriki et *al.* (2012) qui ont mis en évidence une relation négative entre les teneurs en collagène total et insoluble et la tendreté appréciée par un jury d'experts entrainés (r = - 0,20 et r = - 0,15 respectivement). Nos résultats confortent également les conclusions de Schonfeldt et Strydom (2011) qui ont observé que la teneur en collagène est le principal facteur explicatif des différences de tendreté entre muscles. (r = 0.986). Toutefois, l'absence de relation entre la tendreté et la teneur en collagène soluble est en contradiction avec les résultats de Purslow (2005), Jurie et *al.* (2007) et Renand et *al.* (2001) qui ont tous observé que la solubilité du collagène est un facteur favorable à la tendreté. Cette apparente contradiction peut s'expliquer au moins en partie par le mode d'expression des résultats de collagène soluble en g/100 g de muscle frais dans notre étude ou en proportion du collagène total (Purslow, 2005 et Renand et *al.*, 2001). De plus, l'incertitude des valeurs du collagène soluble est plus importante dans la mesure où ces valeurs résultent d'un calcul entre les teneurs en collagène total et en collagène insoluble, la variabilité technique de la mesure de la teneur en collagène insoluble étant plus importante que celle du collagène total (Listrat et Hocquette, 2004).

Contrairement à notre hypothèse, les teneurs en collagène total, insoluble ou soluble n'ont plus d'effet significatif sur la qualité sensorielle de la viande pour un muscle donné, c'est-à-dire quand l'effet muscle est introduit dans l'analyse statistique, le paleron n'étant pas pris en compte dans l'analyse. En effet, il est généralement admis que le collagène notamment insoluble augmente la résistance à la mastication (Purslow, 2005). Chriki et *al.* (2012) et Schonfeldt et Strydom (2011) ont pu mettre en évidence un faible effet de la solubilité du collagène sur la tendreté de la viande avec un jury d'analyses sensorielles composé d'experts entraînés. La plus grande variabilité des notes sensorielles obtenues avec des consommateurs naïfs (Watson et *al.*, 2008) est probablement la raison pour laquelle un tel effet n'a pu être mis en évidence dans notre étude. De plus, le nombre relativement faible de données par race, par abattoir ou par système de production est également une raison pour laquelle il est difficile de détecter de faibles relations entre les paramètres analysés. Cependant, nos résultats sont en accord

avec ceux de Jeremiah et Martin (1981) qui n'ont observé aucune relation entre la tendreté et les teneurs en collagène total, insoluble ou soluble pour un même muscle.

En accord avec notre hypothèse de départ, la teneur en lipides intramusculaires a un effet positif sur la qualité sensorielle de la viande appréciée par des consommateurs naïfs à la fois tous muscles confondus et pour un muscle donné. Les lipides améliorent la jutosité en stimulant la salivation du consommateur, et limitent l'absorption d'humidité par la viande en raison de leurs propriétés hydrophobiques (Thompson, 2001). Les lipides sont également favorables à la tendreté par leur effet déstructurant du tissu conjonctif, et enfin les lipides retiennent également les arômes responsables de la flaveur de la viande (revue de Hocquette et *al.,* 2010). Ces relations ont été confirmées par Thompson (2004) mais aussi O'Quinn et *al.* (2012) qui ont observé qu'une forte teneur en lipides intramusculaires du muscle *longissimus thoracis* augmente les notes de tendreté, flaveur, jutosité et appréciation globale par des consommateurs américains naïfs. L'ensemble de ces observations est cohérent avec le fait que la note de persillé est importante dans de nombreux systèmes de classement des carcasses et de la viande bovine en fonction de la qualité (revue de Polkinghorne et Thompson, 2010). Toutefois, à côté de la quantité de lipides intramusculaires importante pour la qualité sensorielle, il est également nécessaire de considérer la composition en acides gras de ces lipides notamment pour des préoccupations de qualité nutritionnelle et de flaveur des produits carnés (revue de Scollan et *al.*, 2014).

Notre hypothèse de l'importance de la teneur en eau pour la prédiction de la qualité sensorielle est partiellement confirmée par nos résultats. En effet, comme attendu en raison d'une relation inverse entre les teneurs en lipides intramusculaires et en eau (Barlocco et *al.,* 2006, Pflanzer et de Felício, 2011), la teneur en eau a un effet négatif sur la qualité sensorielle de la viande bovine. Toutefois, quand ces deux covariables sont introduites dans le modèle statistique en même temps, leurs effets respectifs sont certes réduits mais restent significatifs, ce qui suggère que la corrélation négative entre ces deux variables n'explique pas complètement l'effet de la teneur en eau sur la qualité. Ce constat est en accord avec les résultats de Renand et *al.* (2001) qui ont souligné un effet négatif important de la teneur en eau sur la flaveur. Ceci peut s'expliquer par une contribution significative de molécules odorantes solubles dans l'eau et par une plus grande précision de la mesure de la teneur en eau par rapport à la mesure d'autres composés du muscle comme les teneurs en collagène ou lipides intramusculaires (Renand et *al.,* 2001).

Contrairement à notre hypothèse initiale, les consommateurs naïfs n'ont perçu que partiellement la relation entre la teneur en fer héminique et la qualité sensorielle de la viande bovine, une teneur importante en fer étant généralement associée à une teneur élevée en lipides intramusculaires. En effet, ces deux paramètres ont un effet significatif sur la qualité sensorielle quand l'effet muscle n'est pas pris en compte dans le modèle statistique. En revanche, seul l'effet de la teneur en lipides reste significatif une fois le facteur muscle pris en compte. Cela suggère que la corrélation positive entre les teneurs en fer et en lipides explique à elle seule les résultats observés. Toutefois, l'effet de la teneur en lipides intramusculaires est plus important que l'effet de la teneur en fer. Ces observations ne confirment pas celles de Renand et *al.* (2001) qui, au contraire, avaient observé une corrélation positive de la teneur en fer avec les notes de flaveur et de jutosité délivrées par un jury d'experts entraînés. Ceci peut s'expliquer à nouveau par des différences dans le type d'animal étudié et par une plus grande variabilité des résultats obtenus avec des consommateurs naïfs qui ne permet pas toujours de détecter de petites différences (Watson et *al.,* 2008).

Cette étude a donc permis de montrer que le type de muscle a un effet important dans la prédiction de la qualité sensorielle de la viande bovine, ce qui se reflète dans le modèle australien MSA (« Meat Standards Australia ») où le type de muscle a la plus forte influence sur le niveau de qualité finale d'une pièce de bœuf (de l'ordre de 30% selon Polkinghorne et *al.,* 2008). L'effet du type de muscle est très largement expliqué par leurs différentes teneurs en eau, collagène et lipides. Toutefois, la teneur en lipides intramusculaires (également présente comme facteur explicatif dans le modèle MSA) a aussi un effet favorable sur la qualité sensorielle pour un muscle donné. La variabilité des données utilisées dans cette étude plaide également pour prendre en compte d'autres facteurs dans un éventuel modèle de prédiction de la qualité comme par exemple l'âge des animaux, la méthode de cuisson, les effets du pays d'origine et/ ou du système et des facteurs de production (type génétique et alimentation des animaux par exemple).

CONCLUSION

Les caractéristiques biochimiques du muscle ont la capacité d'expliquer une part importante de la variabilité de la qualité sensorielle de la viande bovine. Cependant, l'effet de la teneur en collagène insoluble sur la qualité n'est plus significatif pour un muscle donné, c'est-à-dire quand le type de muscle est pris en compte dans le modèle statistique. De plus, les effets des teneurs en lipides intramusculaires et en eau sont fortement diminués. En d'autres termes, la connaissance du type de muscle est suffisante pour expliquer entièrement l'effet du tissu conjonctif sur les notes sensorielles de la viande bovine attribuées par des consommateurs naïfs.

Ainsi, nos résultats montrent que la combinaison du type musculaire et de la teneur en lipides intramusculaires sont des éléments importants dans la prédiction de la qualité sensorielle de la viande bovine. Aujourd'hui, le classement EUROP des carcasses (conformation, engraissement), qui associé au type d'animal (jeune bovin, bœuf, génisse, vache de réforme) est la base actuelle de la rémunération des éleveurs, ne prend pas en compte le type de muscle et n'est donc pas pertinent pour prédire la qualité en bouche d'une viande (Bonny et *al.,* 2016). De plus, nos résultats suggèrent que, dans un hypothétique modèle commercial prédisant la qualité de la viande à partir du muscle, seules les teneurs en lipides intramusculaires et en eau sont de nature à améliorer les performances du modèle. Cependant, comme les caractéristiques biochimiques analysées ont une forte relation avec les qualités sensorielles lorsque le type de muscle n'est pas connu, elles permettent potentiellement d'extrapoler les qualités sensorielles des six muscles étudiés à d'autres muscles aux qualités sensorielles inconnues, limitant ainsi la nécessité ou le nombre d'analyses sensorielles supplémentaires sous réserve que ces muscles soient destinés à une cuisson rapide.

Références :

Allais S., Levéziel H., Payet-Duprat N., Hocquette J.F., Lepetit J., Rousset S., Denoyelle C., Bernard-Capel C., Journaux L., Bonnot A., Renand G. (2010). The two mutations, Q204X and nt821, of the myostatin gene affect carcass and meat quality in young heterozygous bulls of French beef breeds. Journal of Animal Science, 88, 446-454.

Bailey A.J. (1985). The role of collagen in the development of muscle and its relationship to eating quality. Journal of Animal Science, 60, 1580-1587.

Barlocco N., Vadell A., Ballesteros F., Galietta G., Cozzolino D. (2006). Predicting intramuscular fat, moisture and Warner-Bratzler shear force in pork muscle using near infrared reflectance spectroscopy. Animal Science, 82, 111-116.

Bonny S.P.F., Pethick D.W., Legrand I., Wierzbicki J., Allen P., Farmer L.J., Polkinghorne R.J., Hocquette J.-F., Gardner G.E. (2016). European conformation and fat scores have no relationship with eating quality. Animal, 10, 996–1006.

Chriki S., Gardner G.E., Jurie C., Picard B., Micol D., Brun J.P., Journaux L., Hocquette J.F. (2012). Cluster analysis application identifies muscle characteristics of importance for beef tenderness. BMC Biochemistry, 13, 29.

Dransfield E., Martin J.F., Bauchart D., Abouelkaram S., Lepetit J., Culioli J., Jurie C., Picard B. (2003). Meat quality and composition of three muscles from French cull cows and young bulls. Animal Science, 76, 387-399.

Garmyn A.J., Hilton G.G., Mateescu R.G., Morgan J.B., Reecy J.M., Tait R.G., Beitz D.C., Duan Q., Schoonmaker J.P., Mayes M.S., Drewnoski M.E., Liu Q., VanOverbeke D.L. (2011). Estimation of relationships between mineral concentration and fatty acid composition of longissimus muscle and beef palatability traits. Journal of Animal Science, 89, 2849-2858.

Hocquette J.F., Gondret F., Baéza E., Médale F., Jurie C., Pethick D.W. (2010). Intramuscular fat content in meat-producing animals: development, genetic and nutritional control, identification of putative markers. Animal, 4, 303–319.

Hocquette J.F., Van Wezemael L., Chriki S., Legrand I., Verbeke W., Farmer L., Scollan N.D., Polkinghorne R.J., Rødbotten R., Allen P., Pethick D.W. (2014). Modelling of beef sensory quality for a better prediction of palatability. Meat Science, 97, 316–322.

Hornsey H.C. (1956). The colour of cooked cured pork. I. Estimation of the Nitric oxide-Haem Pigments. Journal of the Science of Food and Agriculture, 7, 534-540.

Jeremiah L.E., Martin A.H. (1981). Intramuscular collagen content and solubility: Their relationship to tenderness and alteration by post mortem aging. Canadian Journal of Animal Science, 61, 53-61.

Jurie C., Picard B., Hocquette J-F., Dransfield E., Micol D., Listrat A. (2007). Muscle and meat quality characteristics of Holstein and Salers cull cows. Meat Science, 77, 459-466.

Kelman K.R., Pannier L., Pethick D.W., Gardner G.E. (2014). Selection for lean meat yield in lambs reduces indicators of oxidative metabolism in the longissimus muscle. Meat science, 96, 1058-1067.

Legrand I., Hocquette J.F., Polkinghorne R.J., Pethick D.W. (2013). Prediction of beef eating quality in France using the Meat Standards Australia system. Animal, 7, 524-529.

Lengyel Z., Husvéth F., Polgár P., Szabó F., Magyar L. (2003). Fatty acid composition of intramuscular lipids in various muscles of Holstein-Friesian bulls slaughtered at different ages. Meat Science, 65, 593-598.

Listrat A., Hocquette J.F. (2004). Analytical limits of total and insoluble collagen content measurements and of type I and III collagen analysis by electrophoresis in bovine muscles. Meat Science, 68, 127-136.

Lorenzen C.L., Miller R.K., Taylors J.F., Neely T.R., Tatum J.D., Wise J.W., Buyek M.J., Reagan J.O., Savell J.W. (2003). Beef customer satisfaction: trained sensory panel ratings and Warner-Bratzler shear force values. Journal of Animal Science, 81, 143-149.

Lyford C., Thompson J., Polkinghorne R., Miller M., Nishimura T., Neath K., Allen P., Belasco E. (2010). Is willingness to pay (WTP) for beef quality grades affected by consumer demographics and meat consumption preferences? Australasian Agribusiness Review, 18, 1-17. http://agrifood.info/review/2010/Lyford_et_al.pdf.

Normand J., Rubat E., Evrat-Georgel C., Turin F., Denoyelle C. (2014). Les français sont-ils satisfaits de la tendreté de la viande bovine ? Viandes & Produits Carnés, VPC-2014-30-5-2 http://www.viandesetproduitscarnes.fr/phocadownload/vpc_vol_30/3052_normand_enquete_nationale_tendrete.pdf.

O'Quinn T.G., Brooks J.C., Polkinghorne R.J., Garmyn A.J., Johnson B.J., Starkey J.D., Rathmann R.J., Miller M.F. (2012). Consumer assessment of beef strip loin steaks of varying fat levels. Journal of Animal Science, 90, 626-634.

Pannier L., Gardner G.E., Pearce K.L., McDonagh M., Ball A.J., Jacob R.H., Pethick D.W. (2014). Associations of sire estimated breeding values and objective meat quality measurements with sensory scores in Australian lamb. Meat Science, 96, 1076-1087.

Pflanzer S.B., de Felício P.E. (2011). Moisture and fat content, marbling level and color of boneless rib cut from Nellore steers varying in maturity and fatness. Meat Science, 87, 7-11.

Polkinghorne R., Thompson J.M., Watson R., Gee A., Porter M. (2008). Evolution of the Meat Standards Australia (MSA) beef grading system. Australian Journal of Experimental Agriculture, 48, 1351-1359.

Purslow P.P. (2005). Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. Meat Science, 70, 435–447.

Renand G., Picard B., Touraille C., Berge P., Lepetit J. (2001). Relationships between muscle characteristics and meat quality traits of young Charolais bulls. Meat Science, 59, 49-60.

Schonfeldt H.C., Strydom P.E. (2011). Effect of age and cut on tenderness of South African beef. Meat Science, 87, 206–218.

Scollan N.D., Dannenberger D., Nuernberg K., Richardson I., MacKintosh S., Hocquette J.F., Moloney A.P. (2014). Enhancing the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. Meat Science, 97, 384-394.

Thompson J (2001). The relationship between marbling and sensory traits. In Beef CRC Marbling Symposium, Coffs Harbour, NSW, Australia, pp. 30-35.

Thompson J. (2004). The effects of marbling on flavour and juiciness scores of cooked beef, after adjusting to a constant tenderness. Australian Journal of Experimental Agriculture, 44, 645-652.

Polkinghorne R.J., Thompson J.M. (2010). Meat standards and grading: a world view. Meat Science, 86, 227–235.

Torrescano G., Sánchez-Escalante A., Giménez B., Roncalés P., Beltrán J.A. (2003). Shear values of raw samples of 14 bovine muscles and their relation to muscle collagen characteristics. Meat Science, 64, 85-91.

Verbeke W., Van Wezemael L., de Barcellos M.D., Kügler J.O., Hocquette J.F., Ueland Ø., Grunert K.G. (2010). European beef consumers' interest in a beef eating-quality guarantee: Insights from a qualitative study in four EU countries. Appetite, 54, 289-296.

Watson R., Gee A., Polkinghorne R., Porter M. (2008). Consumer assessment of eating quality – development of protocols for Meat Standards Australia (MSA) testing. Australian Journal of Experimental Agriculture, 48, 1360-1367.