

# Tendreté de la viande bovine: validation des normes d'évaluation instrumentale

Pierre-Alain Dufey, Paolo Silacci, Bernard Dougoud, Claudine Biolley et Jessica Messadene  
Agroscope, 1725 Posieux

Renseignements: Pierre-Alain Dufey, e-mail: pierre-alain.dufey@agroscope.admin.ch



**Figure 1** | Quelques 900 consommatrices et consommateurs ont participé à une étude sur la tendreté de viande bovine lors de journées portes ouvertes à Posieux en 2011.

## Introduction

La tendreté de la viande est évaluée instrumentalement avec la force de cisaillement (WBS). L'interprétation des mesures en lien avec une appréciation humaine est généralement basée sur les travaux américains, les premières limites étant établies à l'aide d'un panel sensoriel entraîné (Shackelford *et al.* 1991) puis avec une étude consommateur qui a associé ces limites à un niveau d'appréciation hédonique (Miller *et al.* 2001). La question de la reprise de ces limites pour le marché suisse se pose

essentiellement pour deux raisons: le degré de cuisson utilisé est différent et la correspondance entre la perception ou l'appréciation de la tendreté par les consommateurs américains et suisses n'est pas établie. Dans les études américaines, la température de cuisson de la viande de bœuf était plus élevée qu'en Suisse, 70 °C (bien cuit) contre en moyenne 65 °C (à point), ce qui correspond aux pratiques usuelles respectives. Les habitudes et les pratiques culinaires présupposent que l'appréciation des

consommateurs américains est différente. L'étude réalisée avait pour but de vérifier si les limites des classes de tendreté utilisées habituellement correspondent à la perception du consommateur suisse. Il s'agissait également de voir si les notes attribuées pour la tendreté et le degré d'acceptance permettent d'établir des catégories de satisfaction délimitées par des valeurs WBS et, enfin, de comparer ces limites avec celles du marché américain.

## Matériel et méthodes

71 faux-filets entiers, provenant de 47 bovins d'engraissement d'un essai Agroscope, ont été prélevés, découpés en trois pièces, maturés sous-vide entre 1 et 28 jours *post-mortem* selon un plan préétabli pour obtenir un éventail assez large de tendreté. De chacune de ces pièces, une tranche a ensuite été utilisée pour mesurer les forces de cisaillement (WBS). Dix faux-filets achetés provenant d'animaux de réforme plus âgés sont venus compléter cet ensemble. Sur les 223 pièces de faux-filet, les valeurs extrêmes mesurées étaient respectivement de 1,66 et 7,80 kg pour la plus tendre et la plus dure.

Au final, 60 pièces de faux-filet ont été sélectionnées et attribuées, selon les valeurs WBS mesurées en kg, à six classes de tendreté prédéfinies: 1. 0 à 2,5; 2. 2,6 à 3,2; 3. 3,3 à 3,9; 4. 4,0 à 4,6; 5. 4,7 à 5,3; 6. supérieures à 5,4 kg. Le choix a été réalisé afin que les pièces sélectionnées soient le plus près possibles du centre de chaque classe avec le minimum de variabilité. Les valeurs WBS des pièces utilisées pour chaque classe étaient donc les suivantes (moyenne et écart-type): 1.  $2,01 \pm 0,14$ ; 2.  $2,85 \pm 0,10$ ; 3.  $3,53 \pm 0,09$ ; 4.  $4,25 \pm 0,17$ ; 5.  $4,96 \pm 0,25$ ; 6.  $6,03 \pm 0,25$  kg.

### Test consommateurs

Les pièces de ces six classes de tendreté ont été testées dans le cadre d'une dégustation de viande, lors de la «Journée portes ouvertes» organisée autour du thème de la nutrition par l'Institut agricole de Grangeneuve, la Faculté Vetsuisse de l'Université de Berne et Agroscope en 2011. Quelque 900 consommateurs parmi les visiteurs ont reçu des morceaux d'environ 2,5g de trois classes de tendreté sur six. Il s'agissait d'avoir un dispositif en blocs incomplets équilibrés, correspondant dans ce cas à 20 blocs de trois classes différentes, pour obtenir au final 450 réponses pour chaque classe de tendreté, soit au total 2700 réponses attendues.

Le questionnaire comportait deux questions, l'une sur la tendreté proprement dite comportant une échelle structurée de 8 points (1 = extrêmement dur et 8 = extrêmement tendre) et l'autre sur l'appréciation hédonique de la tendreté (1 = extrêmement désagréable et 9 = extrê-

**Résumé** ■ La tendreté de la viande est évaluée instrumentalement avec la force de cisaillement (WBS). L'appréciation de ces mesures se fait selon différentes normes établies à l'étranger. Cette étude avait un double objectif: premièrement, vérifier si, pour la tendreté, la perception du consommateur suisse correspondait aux classes WBS généralement utilisées; deuxièmement, délimiter des catégories de satisfaction à l'aide de valeurs WBS. Quelque 900 consommateurs ont testé des faux-filets issus de six classes de tendreté ayant les valeurs WBS suivantes: 1. 0 à 2,5; 2. 2,6 à 3,2; 3. 3,3 à 3,9; 4. 4,0 à 4,6; 5. 4,7 à 5,3; 6. supérieures à 5,4 kg. Les résultats indiquent que la relation entre les notes moyennes de tendreté et les classes WBS n'est pas linéaire. La limite WBS de 3,9 kg, en dessous de laquelle une viande est considérée comme tendre, est confirmée et correspond en Suisse à un seuil de 66 % de satisfaction. Pour obtenir un seuil de 90 % et plus de satisfaction, la viande doit avoir des valeurs WBS inférieures ou égales à 3,3 kg. Trois catégories de satisfaction ont pu être établies à partir des résultats liés à la perception de la tendreté par le consommateur combinée à son appréciation hédonique et aux mesures WBS. Les consommateurs suisses sont «pleinement satisfaits» lorsque les valeurs WBS sont égales ou inférieures à 3,3 kg, «partiellement satisfaits» entre 3,3 et 3,9 kg et «non satisfaits» au-dessus de 3,9 kg. Les valeurs WBS de 466 steaks provenant de 9 muscles différents ont été évaluées à l'aide de ces nouveaux critères. La filière viande de bœuf dispose ainsi de normes pour évaluer la tendreté en relation avec les attentes des consommateurs suisses.

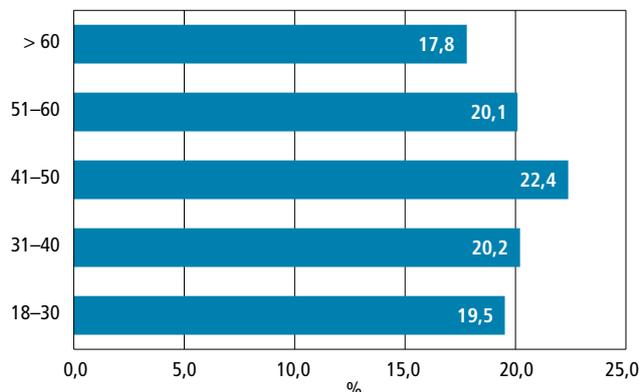


Figure 2 | Age des consommateurs ayant participé à l'étude. Répartition selon cinq classes (en %)

mement agréable). Préparation: la cuisson de la viande à 58 °C à cœur a été réalisée avec un four couplé à une sonde (Juno-Electrolux, Nürnberg; Allemagne) puis la viande a été maintenue au chaud avant d'être servie dans un système à basse température à 65 °C ± 1 °C (Hold-omat, Hugentobler, Schönbühl, Suisse). La viande a été distribuée sur des assiettes plastiques compartimentées et numérotées.

### Cuisson et prélèvements pour les mesures WBS

Les tranches de 2 cm d'épaisseur, servant à mesurer au préalable les valeurs WBS pour l'attribution à une des six classes, ont été cuites sur un grill électrique par contact (type Indu-Griddle SH/GR 3500, Hugentobler, Schönbühl, Suisse) à 170 °C et retournées deux fois durant les 5 minutes de cuisson avec une température de cuisson à cœur de 65 ± 2 °C (cuisson à point), contrôlée avec une sonde thermocouple. Après un refroidissement de 4 heures à température ambiante, six prélèvements de 1,27 cm de diamètre (carottage avec un emporte-pièce monté sur une perceuse à colonne) ont été réalisés par tranche.

### Mesures

La tendreté a été évaluée instrumentalement avec l'appareil Texture Analyzer TA-HDi (Stable Micro Systems, Godalming, England) équipé de la cellule de mesure Warner-Bratzler en mesurant la force maximale nécessaire pour cisailer les échantillons perpendiculairement au sens des fibres. Les mesures de force sont données en kg. Vitesse: 4 mm/sec. Lame de 1,02 mm d'épaisseur formant un triangle dans la partie centrale avec un angle de 60° au sommet. La valeur moyenne par tranche est formée de six mesures.

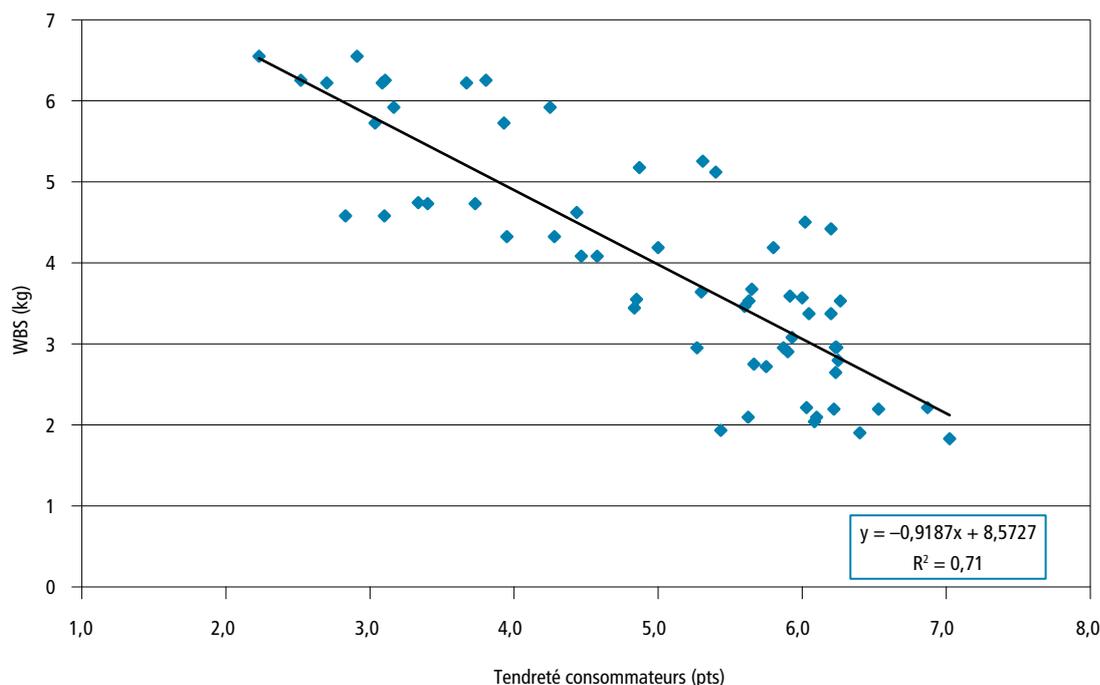


Figure 3 | Relation entre la moyenne des notes (1 = extrêmement dur et 8 = extrêmement tendre) attribuées par les consommateurs à une pièce de faux-filet utilisée dans l'étude et sa force de cisaillement WBS (n=60).

## Résultats et discussion

### Consommateurs

Chaque participant a évalué trois viandes provenant de trois classes de tendreté différentes. Sur un total de 2700 notes attribuées par les 900 consommateurs, 2685 notes ont pu être mises en valeur. Le profil des participants était le suivant: 42,7 % de femmes et 57,3 % d'hommes, des écarts entre 17,8 et 22,4 % pour les cinq classes d'âges allant de 18 ans à plus de 60 ans et présentées dans la figure 2, une consommation de viande quotidienne pour 44,4 %, une à trois fois par semaine pour 52,9 % et moins d'une fois par semaine pour 2,7 % des dégustateurs.

### Perception du consommateur et force de cisaillement

La relation entre la moyenne des notes attribuées par le consommateur à une pièce de faux-filet utilisée dans l'étude et la force de cisaillement mesurée sur cette même pièce est présentée dans la figure 3. La corrélation s'élève à  $-0,84$  ( $P < 0,001$ ).

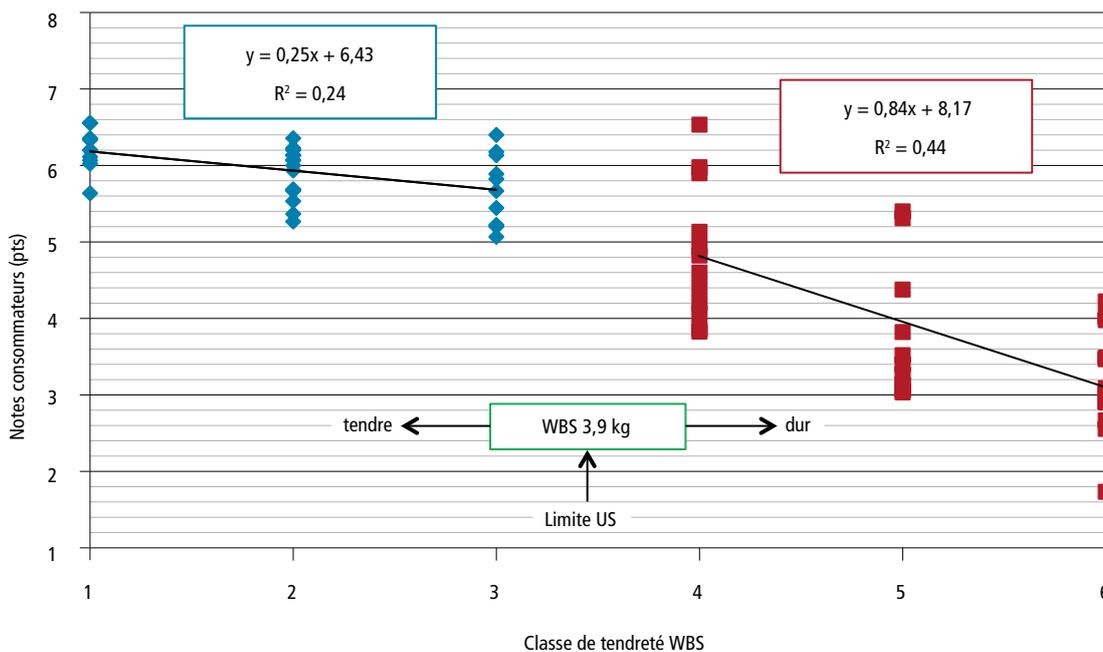
Les six classes prédéfinies de WBS étaient constituées chacune de dix blocs comprenant 45 réponses. Les résultats par classe ainsi que la relation entre classes sont illustrés dans la figure 4. La relation entre les six classes de tendreté n'est pas linéaire. Comme indiqué dans le

graphique, les pentes sont respectivement plus douce et plus forte entre les classes dites «tendres» et les classes dites «dures». Le point rupture se situe à 3,9 kg, ce qui correspond exactement à la limite utilisée aux Etats-Unis pour séparer les viandes dites «tendres» des viandes dites «intermédiaires» à «dures». Les notes moyennes des consommateurs s'élèvent respectivement à  $6,20 \pm 1,29$ ;  $5,90 \pm 1,31$ ;  $5,70 \pm 1,29$ ;  $4,85 \pm 1,33$ ;  $3,83 \pm 1,35$  et  $3,17 \pm 1,31$  points pour les classes WBS 1 à 6. Les classes 4 à 6 présentent davantage d'hétérogénéité en ce qui concerne les réponses données par le consommateur.

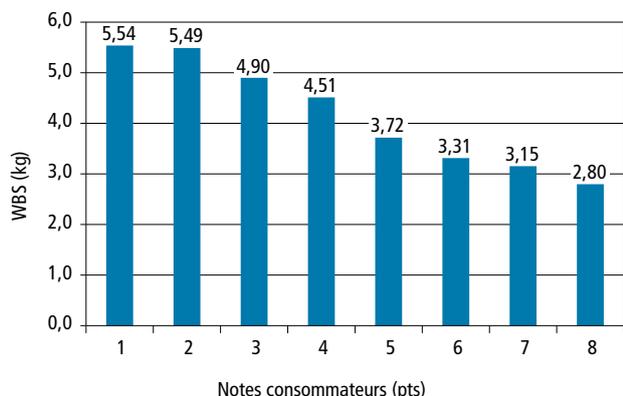
Les valeurs WBS correspondant à chaque note attribuée par les consommateurs ont fait l'objet d'une moyenne, cette relation étant présentée dans la figure 5. Des valeurs WBS égales ou supérieures à 5,5 kg caractérisent des viandes très dures à extrêmement dures. A l'opposé, des valeurs WBS égales ou inférieures à 3,2 kg correspondent pour le consommateur à des viandes très tendres à extrêmement tendres.

### Niveaux de satisfaction et forces de cisaillement

Parallèlement à l'évaluation de la tendreté des trois échantillons proposés, le consommateur était appelé à donner une appréciation, dite hédonique ou subjective, sur une échelle de 1 à 9 points, la note 5 étant le point



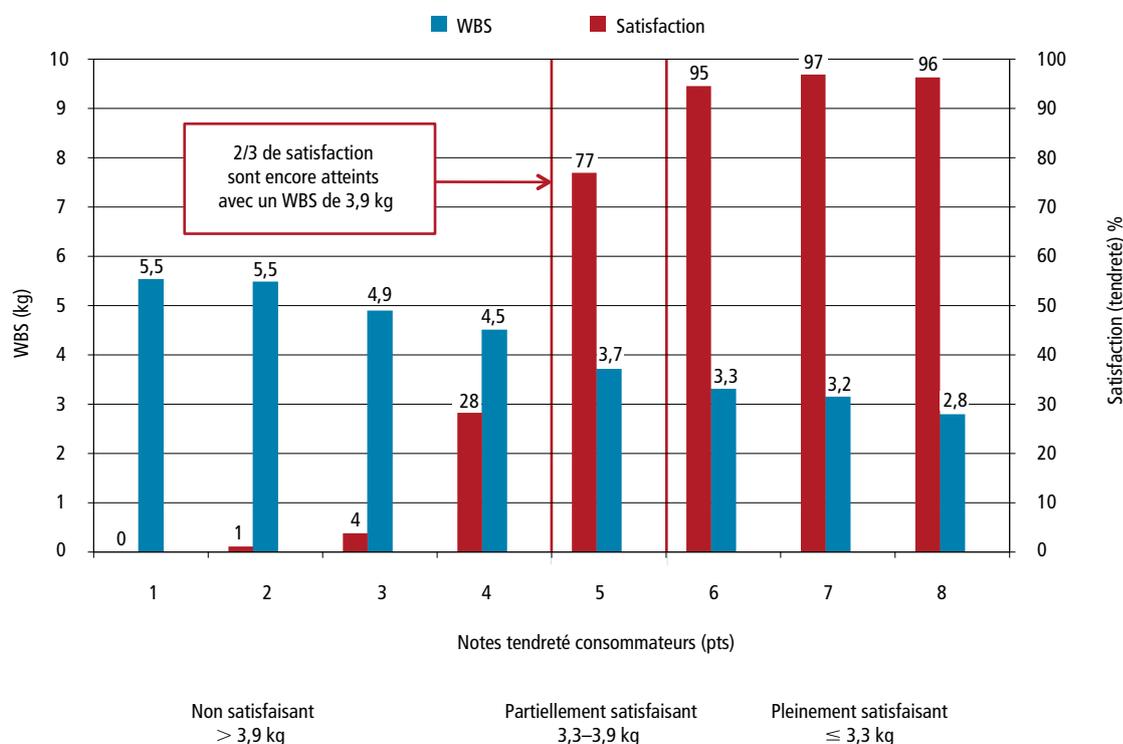
**Figure 4** | Notes données par 900 consommateurs pour six classes de tendreté prédéfinies par des mesures de forces de cisaillement (WBS). 45 réponses par bloc (marqueur), soit 450 réponses par classe de WBS. Classes: (1) 0 à 2,5 kg, (2) 2,6 à 3,2 kg, (3) 3,3 à 3,9 kg, (4) 4,0 à 4,6 kg, (5) 4,7 à 5,3 kg, (6) > 5,4 kg. En vert, limite utilisée aux Etats-Unis (US).



**Figure 5** | Relation entre les notes individuelles attribuées par les consommateurs et les forces de cisaillement moyennes (WBS) correspondantes. Notes: 1 = extrêmement dur, 8 = extrêmement tendre.

neutre. Un consommateur «satisfait» est un consommateur qui a attribué une note entre 6 et 9. En reprenant, dans la figure 6, les notes de tendreté attribuées individuellement par le consommateur combinées aux mesures WBS (figure précédente) et en y associant les taux de satisfaction correspondants, on obtient une image de l'évolution des différentes variables. Cela permet une analyse

complète de la situation. Ainsi, le taux de satisfaction des consommateurs ayant donné des notes de tendreté allant de 1 à 4 oscille entre 0 et 28 %, c'est-à-dire pour des valeurs WBS égales ou supérieures à 4,5 kg. Ce niveau de tendreté est clairement rejeté. Dans l'étude américaine similaire (Miller *et al.* 2001), la note 3 donne encore 37 % de satisfaction pour une valeur WBS moyenne de 4,9 kg. Entre les notes 4 et 5 dans notre étude, un bond d'environ 50 points de satisfaction (à 77 %) a été enregistré. Ces notes correspondent à des valeurs WBS de respectivement 4,5 et 3,7 kg. Si on extrapole à 3,9 kg, qui est la limite évoquée au paragraphe précédent (fig. 4), le niveau de satisfaction est alors de 66 %, soit environ 2/3 des appréciations. Dans l'étude américaine, les notes de tendreté entre 4 et 5 correspondent à un niveau de satisfaction qui passe de 59 à 86 % mais à des valeurs WBS de respectivement 4,9 et 4,3 kg. Comme dans l'étude américaine, pour atteindre un niveau de satisfaction de plus de 90 %, il faut des notes de tendreté égales ou supérieures à 6 points. Par contre, les valeurs WBS correspondantes ne sont pas les mêmes – égales ou inférieures à 4,0 kg dans l'étude américaine – alors qu'elles sont inférieures ou égales à 3,3 kg dans notre étude. Ce qui signifie que,



**Figure 6** | Pourcentage de consommateurs satisfaits en relation avec les notes de tendreté attribuées et avec les forces de cisaillement (WBS) moyennes correspondantes. Satisfait = notes de 6 à 9 sur l'échelle hédonique à 9 points. Notes: 1 = extrêmement dur, 8 = extrêmement tendre. Détermination *a posteriori* de trois catégories de satisfaction globale, «Non satisfaisant/Partiellement satisfaisant/Pleinement satisfaisant».

pour des notes de tendreté et des degrés de satisfaction similaires, les valeurs WBS correspondantes sont inférieures de 0,7kg dans notre étude, autrement dit le consommateur suisse est plus exigeant que son homologue américain.

Sur la base de ces observations, trois catégories de satisfaction ont été définies *a posteriori* et annotées au bas de la figure 6. Cela permet d'évaluer la situation sur le marché suisse du steak et d'établir des objectifs à atteindre pour les différents marchés de la filière viande.

### Catégories de satisfaction

Les trois catégories de satisfaction définies à la suite de cette étude sont les suivantes: «pleinement satisfaisant»  $\leq 3,3$ kg, «partiellement satisfaisant» de 3,31 à 3,9kg et «non satisfaisant»  $> 3,9$ kg. Elles ont été utilisées pour évaluer les 466 steaks, provenant de neuf muscles dans le cadre des enquêtes suisses sur la tendreté réalisées en 2009 et en 2014 (Dufey *et al.* 2017). Les résultats sont présentés dans la figure 7. Dans la catégorie «Pleinement satisfaisant», on distingue quatre groupes: 1. le faux-filet, qui, avec 85 %, se distingue de tous les autres muscles; 2. un groupe formé des muscles rumsteck, faux-filet AO, aiguillette et entrecôte parisienne qui se situe entre 73 et 63 %; 3. un groupe formé du filet, de la fausse tranche et

du coin entre 55 et 45 %; 4. la pièce ronde qui se trouve en dessous de 25 %. D'un point de vue commercial, c'est la catégorie «Non satisfaisant» qui pose ou peut poser le plus de problème et qui doit faire l'objet d'une grande attention. En effet, c'est l'insatisfaction, en relation avec le prix élevé de la viande de bœuf et l'attente gustative qu'elle engendre, qui peut amener le consommateur à se détourner de cette viande en faveur d'autres produits. La part de «Non satisfaisant» doit donc être la plus basse possible. Lors des enquêtes 2009 et 2014, cette part variait de 1,4 à 48,4 % entre le faux-filet et la pièce ronde, soit une différence de 47 points (fig. 7). Pour ce dernier muscle, le taux d'insatisfaction élevé confirme que ce muscle n'est pas adapté à la vente comme steak, ce qui est déjà une pratique courante en Suisse. Aux Etats-Unis, ce muscle ne figure désormais plus dans la liste des steaks étudiés depuis la 4<sup>e</sup> *National Beef Tenderness Survey* (Guelker *et al.* 2013). Dans tous les autres cas, ou pour tous les autres muscles, la part dans la catégorie «Non satisfaisant» devrait être proche de zéro. Cet objectif est réalisable dans la mesure où la principale cause du manque de tendreté est une durée insuffisante de maturation ou de rassissement (Dufey *et al.* 2017). Pour le filet, le problème est différent et devra faire encore l'objet d'autres investigations. ■

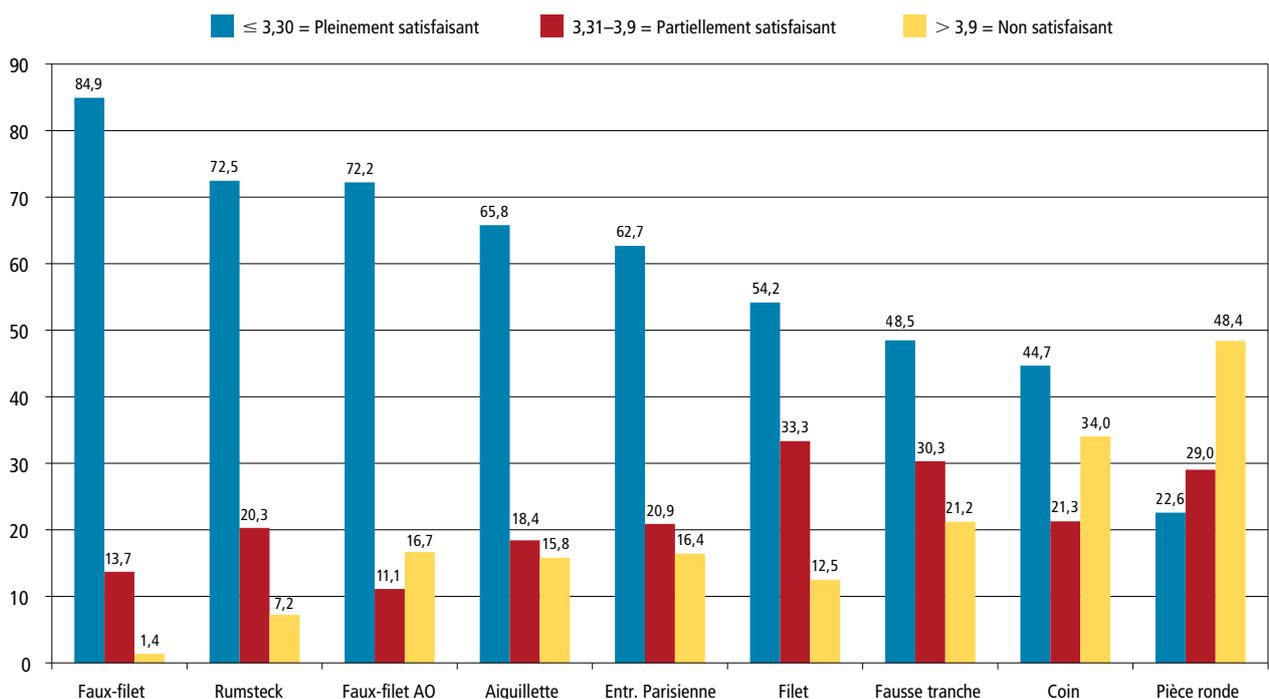


Figure 7 | Evaluation et répartition dans les trois catégories de satisfaction des steaks (n=466) provenant de neuf muscles et collectés lors des enquêtes de tendreté réalisées en 2009 et 2014 (Dufey *et al.* 2017).

## Conclusions

- La corrélation entre les notes de tendreté données par le consommateur et les classes de forces de cisaillement (WBS) ne sont pas linéaires.
- La limite WBS de 3,9 kg, utilisée aux USA pour déclarer une viande tendre, est confirmée.
- Le consommateur suisse est plus exigeant. Un taux de satisfaction de plus de 90 % a été atteint avec des valeurs WBS inférieures de 0,7 kg, comparé à une étude similaire faite aux Etats-Unis.
- Trois catégories de satisfaction ont pu être définies, qui correspondent à trois différentes limites d'acceptance.
- En fonction du muscle utilisé comme steak, le pourcentage des consommateurs pleinement satisfaits peut passer du simple au double.
- La filière viande bovine a désormais des critères objectifs pour évaluer le niveau de qualité par rapport aux attentes des consommateurs suisses.

**Riassunto****Validazione delle norme per la determinazione strumentale della tenerezza della carne bovina**

La tenerezza della carne è valutata strumentalmente tramite la forza di taglio (WBS). La valutazione di queste misurazioni avviene in base a diverse norme stabilite all'estero. Questo studio perseguiva un duplice obiettivo: da una parte verificare se, per quanto concerne la tenerezza, la percezione dei consumatori svizzeri corrispondeva alla classificazione WBS utilizzata generalmente; dall'altra si trattava di delimitare le categorie di soddisfazione tramite i valori WBS. 900 consumatori hanno testato controfiletti delle sei classi di tenerezza con i valori WBS seguenti: (1) da 0 a 2,5 (2) da 2,6 a 3,2 (3) da 3,3 a 3,9 (4) da 4,0 a 4,6 (5) da 4,7 a 5,3 (6) maggiori di 5,4 kg. I risultati indicano che il rapporto tra i voti medi dati alla tenerezza e le classi WBS non è lineare. Il limite WBS di 3,9 kg al di sotto del quale la carne può essere considerata tenera è confermato e corrisponde in Svizzera a un grado di soddisfazione del 66 %. Per ottenere un grado di soddisfazione del 90 % e oltre, la carne deve attestare almeno un valore WBS di 3,3 kg o meno. Sono state stabilite tre categorie di soddisfazione in base ai risultati legati alla percezione della tenerezza da parte dei consumatori combinata alla valutazione edonica e alle misure WBS. I consumatori svizzeri sono «completamente soddisfatti» quando i valori WBS si attestano a 3,3 kg o meno. Per valori tra 3,3 e 3,9 kg si dichiarano «parzialmente soddisfatti» e per valori oltre i 3,9 kg «non soddisfatti». I valori WBS di 466 bistecche, provenienti da nove muscoli diversi, sono stati valutati tramite questi nuovi criteri. Il settore della carne bovina dispone ora di norme proprie per valutare la tenerezza della carne in linea con le aspettative dei consumatori svizzeri.

**Summary****Validation of the standards used for the instrumental measurement of beef tenderness**

The tenderness of meat is determined instrumentally by measuring Warner-Bratzler shear force (WBSF). This measurement is performed according to different standards established outside of Switzerland. The aim of the present study was twofold: firstly, to check whether the perception of Swiss consumers vis-à-vis tenderness matched the WBSF categories commonly used; secondly, to define satisfaction categories by means of WBSF values. Nine hundred consumers tested sirloin steaks from six different tenderness categories with the following WBSF values: (1) 0 to 2.5 kg; (2) 2.6 to 3.2 kg; (3) 3.3 to 3.9 kg; (4) 4.0 to 4.6 kg; (5) 4.7 to 5.3 kg; (6) above 5.4 kg. The results indicate that the relationship between the average tenderness scores and the WBSF categories is nonlinear. The WBSF limit of 3.9 kg, below which meat may be considered tender, is confirmed, and corresponds in Switzerland to a satisfaction threshold of 66 %. In order to obtain a satisfaction threshold of 90 % and above, the meat must have a WBSF value of less than or equal to 3.3 kg. Taken together with the WBSF measurements, the results of the consumer tests in terms of perception of tenderness and hedonic assessment yielded three satisfaction categories. Swiss consumers are «completely satisfied» when WBSF values are less than or equal to 3.3 kg, «partly satisfied» with values above 3.3 to 3.9 kg, and «dissatisfied» with values above 3.9 kg. The WBSF values of 466 steaks from 9 different muscles were evaluated on the basis of these new criteria. The beef sector therefore now possesses standards for assessing tenderness in relation to the expectations of Swiss consumers.

**Key words:** beef tenderness, consumer panels, Warner-Bratzler shear force (WBS), threshold, satisfaction levels.

**Bibliographie**

- Dufey P.-A, Dougoud B. & Silacci P., 2017. Enquêtes sur la tendreté de la viande bovine suisse: 2009 et 2014. *Recherche Agronomique Suisse* 8 (7/8) 260–267.
- Guelker M.R., Haneklaus A.N., Brooks J.C., Carr C.C., Delmore Jr, Griffin D.B., Hale D.S., Harris K.B., Mafi G.G., Johnson D.D., Lorenzen C.L., Maddock R.J., Martin J.N., Miller R.K., Raines C.R., VanOverbeke D.L., Vedral L.L., Wasser B.E. & Savell J.W., 2013. National beef tenderness survey – 2010: Warner-Bratzler shear force values and sensory panel ratings for beef steaks from United States retail and food service establishments. *Journal of Animal Science* 91, 1005–1014.
- Miller M.F., Carr M.A., Ramsey C.B., Crockett K.L. & Hoover L.C., 2001. Consumer thresholds for establishing the value of beef tenderness. *Journal of Animal Science* 79, 3062–3068.
- Shackelford S.D., Morgan J.B., Cross H.R. & Savell J.W., 1991. Identification of threshold levels for Warner-Bratzler shear force in beef top loin steaks. *Journal of Muscle Foods* 2, 289–296.