



Jugement de la couleur des carcasses en abattoir

Éléments d'objectivation de la notation experte de la couleur des viandes de gros bovins Charolais

Mots-clés : Grille de notation, Couleur de la viande, Evaluation sensorielle de la couleur, Chromamètre, Référentiel de couleur

Auteurs : Marie-Pierre Ellies-Oury^{1,2,3}, Pascal Pierret⁴, Monique Jouanno⁴, Frédéric Cointault⁴

¹ Bordeaux Sciences Agro, 1 cours du Général de Gaulle, CS 40 201, 33175 Gradignan Cedex, France ; ² INRA, UMR 1213, Recherche sur les Herbivores, Theix, 63122 Saint-Genès Champanelle, France ; ³ VetAgroSup, UMR 1213, Recherche sur les Herbivores, Theix, 63122 Saint-Genès Champanelle, France ; ⁴ Agrosup Dijon, UMR 1347 Agroécologie - AgroSup/INRA/uB, BP 87999, 21 079 Dijon Cedex, France

* E-mail de l'auteur correspondant : marie-pierre.ellies@agro-bordeaux.fr

La présente étude vise à proposer des éléments d'objectivation de la notation experte de la couleur, qui constitue en général la méthode de référence. Elle met en évidence que les notes extrêmes de couleur correspondent à des valeurs instrumentales significativement différentes et qu'il est donc possible par méthode instrumentale (chromamètre, prise de vue) d'éliminer les carcasses dont la couleur n'est pas conforme au cahier des charges AOC Bœuf de Charolles.

Résumé :

La notation experte est la méthode de référence pour évaluer la couleur des viandes bovines, notamment dans les filières de qualité. Au total, 140 carcasses Charolaises ont été notées à l'abattoir sur une échelle de couleur allant de 1 (trop clair) à 5 (trop foncé). Ces notes expertes ont été comparées à trois types de données instrumentales (référentiels $L^*a^*b^*$ / RVB ; prise de vue photographique avec traitement d'image / chromamètre).

Au sein des mesures instrumentales, les valeurs obtenues après traitement d'image sur le muscle entier semblent mieux reliées aux notes expertes de couleur que les valeurs obtenues avec le chromamètre, dont la zone d'étude représente une partie plus limitée du muscle.

Les carcasses trop claires / trop foncées, qui sont de fait exclues de l'agrément AOC Bœuf de Charolles, se distinguent par des valeurs instrumentales extrêmes. Il est plus difficile de différencier les carcasses intermédiaires (claires, rouge vif et/ou foncées) sur la base de leurs valeurs RVB ou $L^*a^*b^*$ car les nuages de points se superposent. Néanmoins, il serait intéressant d'évaluer la possibilité d'ajouter des tiers de classe aux différentes notes expertes de façon à homogénéiser les couleurs au sein de chaque tiers de classe et ainsi d'envisager les lier plus aisément aux valeurs instrumentales de couleur. Pour ce faire, des analyses complémentaires devront être menées sur un effectif plus important de carcasses, représentant un grand panel de couleurs.

Abstract: Evaluation of carcass color at the slaughterhouse

Expert notation is the reference method for the evaluation of bovine meat color, notably for quality. A total of 140 Charolais carcasses were scored at the slaughterhouse on a color scale going from 1 (too light) to 5 (too dark). These expert scores were compared to three types of instrumental data ($L^*a^*b^*$ / RVB referential; image shooting with image processing / chromameter).

Amongst the instrumental measurements, the values obtained after image processing of the whole muscle seems to be better associated with the scores obtained for color by experts than the scores obtained with the chromameter for which the zone of the muscle analyzed is more limited.

Light / dark carcasses, which are excluded from the AOC Beef of Charolles appellation, can be distinguished by extreme instrumental variations. It is more difficult to differentiate the intermediary carcasses (light, bright red and/or dark) on the basis of their RVB or $L^*a^*b^*$ values since the distribution of points is superimposed. Nevertheless, it would be interesting to evaluate the possibility of adding a third layer to the different expert scores in order to homogenize the colors within each layer and thus be able to associate them more easily to the instrumental values of color. To do this, complementary analyses should be performed on a larger number of carcasses representing a large panel of colors.

INTRODUCTION

La couleur constitue une préoccupation importante de la filière bovine. Elle tient notamment une place prépondérante dans les transactions commerciales entre opérateurs, que le prix payé à l'éleveur y soit directement lié ou pas (Moevi, 2006). Qui plus est, il est couramment admis que la couleur de la viande est un facteur déterminant de la décision d'achat du consommateur. Pour les viandes rouges, les consommateurs relient la couleur rouge vif à la fraîcheur, au contraire des viandes devenues brunes (Hood et Riordan, 1976 ; Morrissey et al., 1994). C'est pourquoi, ce critère conditionne l'agrément des carcasses dans certains cahiers des charges Label Rouge et AOC (Denoyelle et al., 1997).

La méthode directe fondée sur une appréciation visuelle par des experts de terrain en abattoirs fait référence, mais reste

peu compatible avec les contraintes des outils d'abattage. Qui plus est, la perception de la couleur, en particulier lorsqu'elle n'est pas soutenue par des planches de photos, est très dépendante de l'observateur et des conditions d'éclairage. Il est donc important de connaître la valeur instrumentale relative aux jugements de couleur optimaux pour éviter toute subjectivité (Van Oeckel et al., 1999). Dès lors, un classement semi-automatique par mesures instrumentales est en développement dans la filière. En se basant sur le cas particulier du nuancier de couleur utilisé en routine pour l'agrément des carcasses en AOC Bœuf de Charolles (Syndicat Bœuf de Charolles, 2010), cette étude a eu pour but de chercher des éléments d'objectivation de la notation experte de la couleur des experts, en vue de constituer, à terme, de un nuancier photographique.

I. MATERIEL ET METHODES

Au total, 140 carcasses de femelles Charolaises âgées de 2 à 14 ans ont été sélectionnées aléatoirement dans quatre abattoirs commerciaux au cours de 2 tueries successives. Le lendemain de l'abattage, les codes Rouge Vert Bleu (référentiel RVB) ont été mesurés au niveau du *Longissimus thoracis* sur une coupe de 6^{ème} côte oxygénée 30 minutes. La prise de vue a été standardisée (distance de 25 cm entre l'appareil et l'échantillon, éclairage à leds blanches, mire de calibration macbeth) et réalisée avec un appareil photographique numérique Nikon Coolpix modèle P6000 pré-programmé (temps exposition : 1/60 s, focale automatique, sensibilité 100 Iso, autofocus centré image, flash désactivé).

Les valeurs CIE-L*a*b* ont été mesurées en parallèle avec un chromamètre Minolta CR-300 en 3 points du muscle *Longissimus thoracis* (coupe réalisée au niveau de la 5^{ème} côte et oxygénée 30 minutes, illuminant d65). La petite surface du capteur du colorimètre (8 mm²) (CIE, 1986) et la pression modifiant la structure de la viande ne permettant pas de reproduire rigoureusement les couleurs, les valeurs L*a*b* ont

également été recalculées [L^*_r , a^*_r , b^*_r] à partir des valeurs RVB de la caméra (www.easyrrgb.com).

En parallèle, le classificateur agréé de chaque abattoir, considéré expert dans l'évaluation de la couleur, a noté les carcasses *in situ* selon la grille utilisée pour l'agrément des carcasses en AOC Bœuf de Charolles. Cette grille comporte 5 niveaux de couleur, allant du « trop clair » (1/5) au « trop foncé » (5/5) en passant par les couleurs « rouge clair » (2/5), « rouge vif » (3/5) et « rouge foncé » (4/5), les seules carcasses notées 2, 3 ou 4 étant susceptibles d'être agréées pour l'AOC.

Les traitements statistiques ont été réalisés avec le logiciel R (Package Rcmdr, Pluggin FactorMiner).

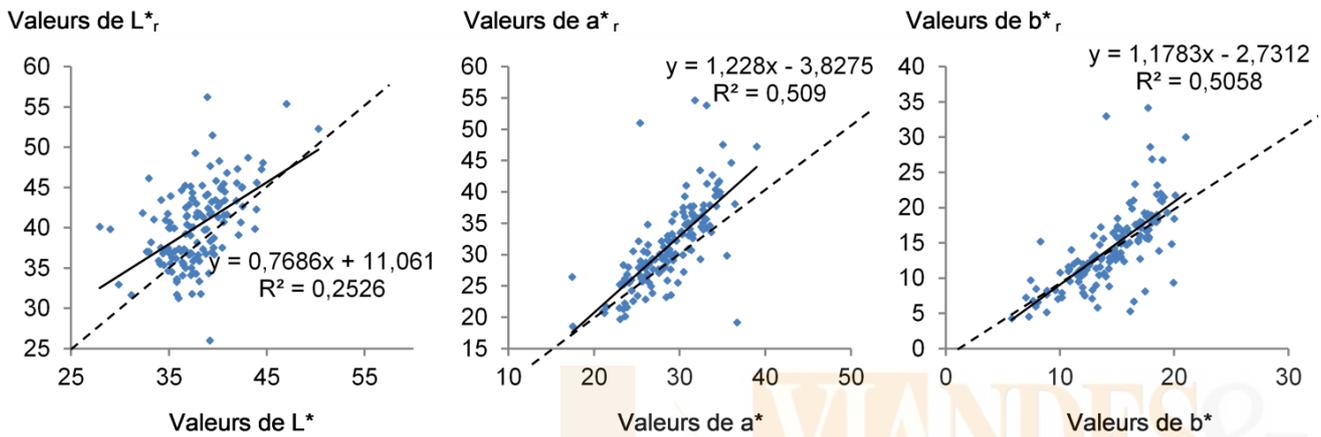
Les valeurs L*a*b* et L^*_r , a^*_r , b^*_r ont été mises en relation par régression linéaire simple. Les différentes valeurs (RVB, L*a*b*, L^*_r , a^*_r , b^*_r) et notations expertes de couleur ont ensuite été traitées par analyses de variance 1 facteur et analyses de données (analyse en composantes principales et classification hiérarchique ; analyse en composantes principales sur variables mixtes).

II. PRINCIPAUX RESULTATS DE L'ETUDE

Sur 140 carcasses de femelles prises au hasard au cours de 2 tueries successives, les notes de couleur attribuées par les experts ont été réparties à 95,7% entre les classes 2, 3 et 4, les notes extrêmes correspondant aux carcasses trop claires ou trop foncées n'ayant été données que 3 fois chacune. Au sein des différents critères d'exclusion des carcasses pour l'agrément AOC Bœuf de Charolles (couleur de la viande, couleur du gras, finesse de l'os, texture de la viande, aptitude bouchère), le jugement de couleur de la viande n'est donc probablement pas le critère le plus discriminant pour l'agrément des carcasses en AOC Bœuf de Charolles.

Les valeurs L*a*b* (coordonnées trichromatiques de clarté, indice de rouge et indice de jaune obtenues par mesure au chromamètre) sont corrélées très significativement ($P < 0,001$) aux valeurs L^*_r , a^*_r , b^*_r (coordonnées trichromatiques recalculées à partir des coordonnées Rouge Vert Bleu (RVB) de l'échantillon issues de la prise de vue photographique). On note néanmoins un écart non négligeable entre les valeurs fournies par le chromamètre et les valeurs recalculées à partir de la prise de vue photographique (3,8 points d'écart entre L^* et L^*_r ; 3,8 points entre a^* et a^*_r ; 2,5 points entre b^* et b^*_r ; Figure 1).

Figure 1 : Mise en relation des valeurs L*a*b* et des valeurs L*r*a*r*b*r recalculées



Les valeurs moyennes de L*, L*r et R diminuent constamment en passant des notes claires vers les notes plus foncées (de 1 à 5 ; $p < 0,001$; Tableau 1). Ce gradient de valeurs, issu de l'analyse des photos des carcasses, est susceptible d'être utilisé comme premier élément de classification des carcasses. Les notes extrêmes (1 et 5) se caractérisent en outre par des valeurs extrêmes de V (89,3 et 67,6 vs 70,5 à 74,3 ; $p = 0,04$) et B (83,0 et 68,9 vs 71,7 à 74,1 ; $p = 0,4$) mais également des valeurs extrêmes de a*r et b*r (dans une moindre mesure néanmoins). Il est donc assez aisé de séparer les carcasses ayant une note 1 ou 5 des carcasses notées 2, 3 et 4. Cette distinction entre les notes extrêmes et les notes intermédiaires est intéressante dans la mesure où, dans le cahier des charges AOC Bœuf de Charolles (Syndicat Bœuf de Charolles, 2010), les seules carcasses notées 2, 3 ou 4 sont susceptibles d'être agréées. Néanmoins, ces dernières (les carcasses notées 2, 3 ou 4) représentent une extrême majorité des carcasses et cristallisent donc toutes les attentions, d'autant plus que la couleur recherchée est préférentiellement la couleur rouge vif (note de 3). Il serait donc particulièrement intéressant de pouvoir caractériser

précisément ces carcasses « rouge vif ». Or, quel que soit le référentiel utilisé (L*a*b*, L*r*a*r*b*r et/ou RVB), la dispersion des coordonnées trichromatiques correspondant aux différentes notes expertes ne permet pas de distinguer les carcasses notées 2, 3 et 4 (Figure 2). Ces chevauchements sont inhérents à la construction de la grille qui reprend les mêmes termes d'une classe à l'autre (2 : clair à vif ; 3 : vif ; 4 : vif à foncé). Les ΔE^1 moyens (avec $\Delta E = [(L^*_1 - L^*_2)^2 + (a^*_1 - a^*_2)^2 + (b^*_1 - b^*_2)^2]^{1/2}$) de 7,6 et 7,1 pour les notes 2 et 4, contre 10,4 pour la note 3, témoignent d'une variabilité plus importante de couleur perçue au sein de la note 3 (Tableau 1). Aussi, les valeurs L*, a* et b* (3 à 6%), L*r, a*r, b*r et RVB (7 à 16%) pour la note 3 ont-elles logiquement une variabilité plus importante que pour les notes 2 et 4 (2 à 4% et 5 à 9% respectivement). Ces différences entre couleurs (ΔE) permettent de supposer qu'il existe des écarts visibles à l'œil entre les couleurs moyennes correspondant aux notes 2, 3 et 4 et les couleurs individuelles des carcasses affectées à chacun de ces groupes.

Tableau 1 : Valeurs moyennes RVB, L*, a*, b* et L*r, a*r, b*r correspondant aux différentes notes de couleur données par les experts

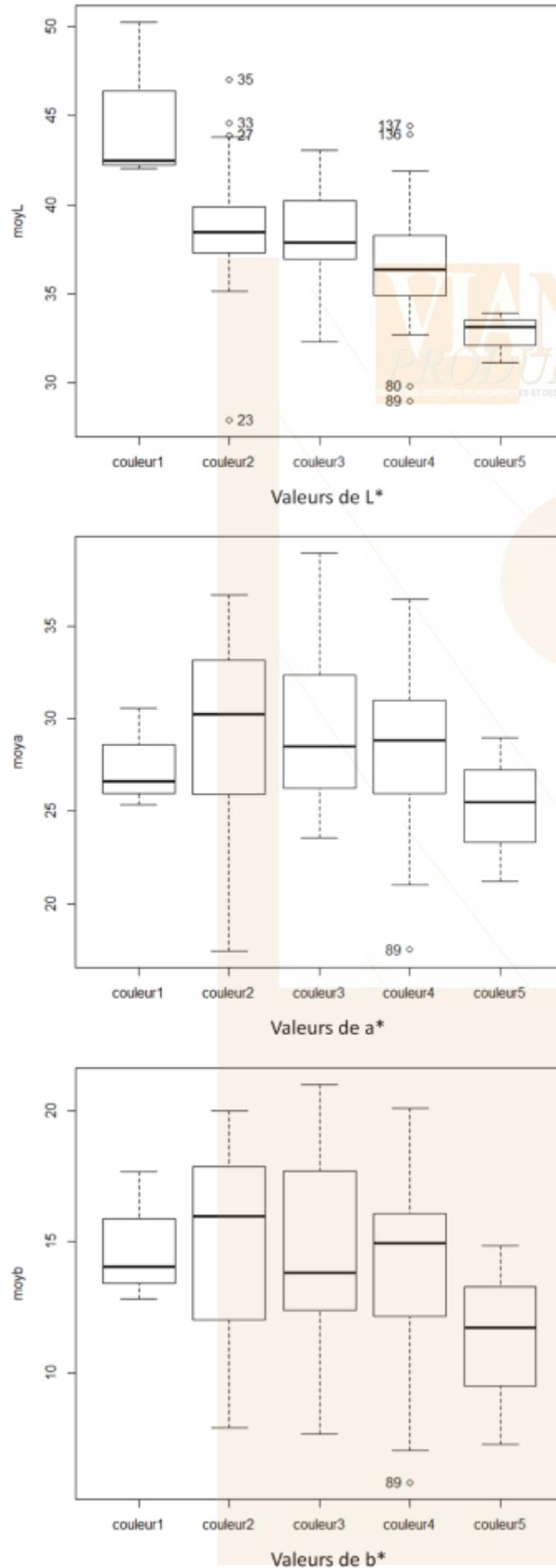
| Note de couleur | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Test |
|---------------------|---|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-------------|
| | Trop clair | Clair à vif | Vif | Vif à foncé | Trop foncé | |
| Nombre | 3 | 36 | 40 | 58 | 3 | Total : 140 |
| R | 174,2 ^b | 152,5 ^b | 148,3 ^{ab} | 142,0 ^a | 121,8 ^a | $p < 0,001$ |
| V | 89,3 ^c | 74,3 ^b | 70,9 ^{ab} | 70,5 ^{ab} | 67,6 ^a | $p < 0,05$ |
| B | 83,0 ^b | 74,1 ^{ab} | 72,1 ^{ab} | 71,7 ^{ab} | 69,0 ^a | $p < 0,05$ |
| Régression linéaire | Note = -0,013 R - 0,020 V + 0,016 B + 5,371 R² ajusté : 0,22 ; $p < 0,001$ | | | | | |
| L* | 44,9 ^c | 38,8 ^b | 38,3 ^b | 36,7 ^a | 32,8 ^a | $p < 0,001$ |
| a* | 27,5 | 29,2 | 29,3 | 28,3 | 25,2 | NS |
| b* | 14,8 | 15,1 | 14,7 | 14,0 | 11,3 | NS |
| Régression linéaire | Note = -0,126 L* + 0,014 a* - 0,0008 b* + 7,523 R² ajusté : 0,17 ; $p < 0,001$ | | | | | |
| L*r | 48,2 ^c | 41,8 ^{ac} | 39,8 ^{ab} | 39,0 ^b | 35,3 ^{ab} | $p < 0,001$ |
| a*r | 37,4 | 32,1 | 32,7 | 30,3 | 23,5 | NS |
| b*r | 19,8 | 15,4 | 14,6 | 13,4 | 9,4 | NS |
| Régression linéaire | Note = -0,051 L* - 0,0006 a* - 0,022 b* + 5,511 R² ajusté : 0,10 ; $p < 0,001$ | | | | | |
| ΔE_r^1 | 13,8 ^b | 7,6 ^{ab} | 10,4 ^{ab} | 7,1 ^{ab} | 4,9 ^a | $p < 0,01$ |

¹ ΔE a été déterminé sur les valeurs L*a*b* recalculées. Il est défini dans le système CIE-L*a*b* comme suit : $[(L^*_1 - L^*_2)^2 + (a^*_1 - a^*_2)^2 + (b^*_1 - b^*_2)^2]^{1/2}$.

Des lettres différentes au sein d'une même ligne illustrent des différences significatives (NS : non significatif)

¹ $\Delta E = [(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2]^{1/2}$ à L₁, a₁, b₁ sont les coordonnées dans l'espace colorimétrique CIE Lab de la première couleur à comparer et L₂, a₂, b₂ celles de la seconde.

Figure 2 : Représentation en boîte à moustache de la variabilité des coordonnées trichromatiques L*, a* et b* pour les différentes notes de couleur



Les différentes notes de couleur correspondent à des écarts de valeurs moyennes de RVB plus marqués que les écarts de Valeurs moyennes de $L^*a^*b^*$ (cf. niveau de signification ; Tableau 1). Nous confirmons ainsi que les mesures instrumentales prises avec un appareil photo sont plus significativement reliées aux notes sensorielles en comparaison des mesures obtenues avec un chromamètre ou un colorimètre (Lu et *al.*, 2000 ; O'Sullivan et *al.*, 2003). Cette observation peut être reliée au fait que l'appareil de mesure utilisé prend des photos plus représentatives de la coupe que le chromamètre malgré la réalisation d'une mesure en triplicata, ce résultat étant inhérent à la taille de la source de mesure du chromamètre. En effet, la viande n'est pas un matériau homogène et il est fréquent d'observer des variations de couleur (liées à l'état du pigment, au persillé ou à la présence de tissu conjonctif) en surface de la viande. Il faut noter que Huselegge et al. (Huselegge et *al.*, 2001) ont également mis en évidence des différences significatives de valeurs obtenues avec un chromamètre CR-300 pour un même échantillon de viande, selon l'opérateur (expérimentation sur 56 000 veaux), même si ces différences demeurent significativement plus limitées que celles obtenues avec l'appréciation visuelle. La photographie d'une surface entière d'un échantillon de viande est ainsi susceptible de fournir un profil de couleur plus représentatif de l'échantillon qu'une mesure en 3 points par un chromamètre traditionnel.

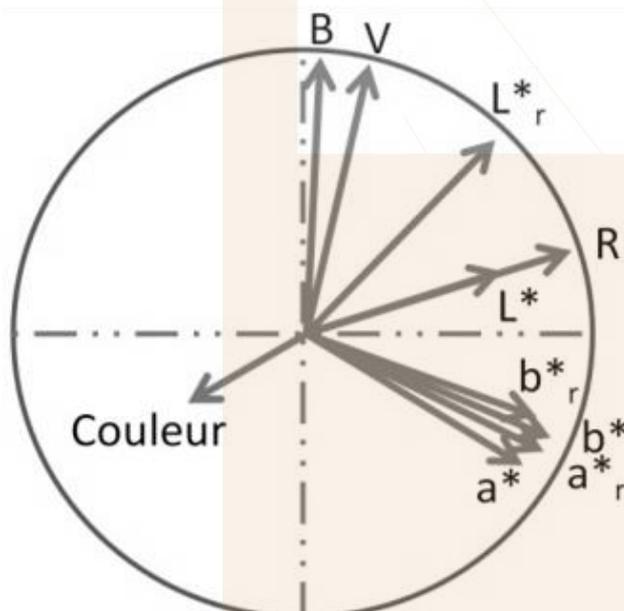
Les notes des experts sont prédites de manière peu satisfaisante par les paramètres RVB, $L^*a^*b^*$ et/ou $L^*_r a^*_r b^*_r$, avec des coefficients de détermination (R^2) variant de 10 à 22%, les prédictions étant toutefois meilleures en utilisant les paramètres RVB (Tableau 1). Il faut néanmoins noter qu'il est impossible d'obtenir une liaison parfaite entre une variable discontinue (la notation experte) et une variable continue (les

mesures instrumentales de couleur). De plus, il est fréquemment admis que le principal inconvénient des colorimètres est qu'ils fournissent 3 valeurs dont l'interprétation globale et le rapprochement avec les systèmes d'appréciation sensoriels sont difficiles (Moevi, 2006).

Par analyse en composantes principales sur données mixtes (ACPM), on constate en effet (Figure 3) que la notation experte de couleur est mal représentée sur les axes 1 et 2 qui synthétisent à eux deux 77,7% de l'information².

Néanmoins, lorsque l'on représente les individus selon leur note experte (alors considérée comme variable supplémentaire, Figure 4), on note, malgré une superposition des nuages de points, un positionnement hiérarchisé des notes de couleur sur la projection des axes 1 et 2 (représentant respectivement 50,5 et 34,1% d'inertie, soient 84,6% au total). Par classification ascendante hiérarchique³ sur les données de l'ACPM, il a été possible de constituer 8 nouvelles classes de couleur homogènes en termes de coordonnées trichromatiques. Un croisement de ces nouvelles classes de couleur avec les notations expertes a permis de mettre en évidence une répartition non aléatoire des individus au sein des classes (test du Chi², valeur de p : 0,007 ; Tableau 2). Si ces observations permettent de supposer que les notes 2, 3 et 4 données par les experts sont susceptibles d'être scindées en notes intermédiaires plus homogènes (tiers de classe par exemple), la correspondance entre les deux notations reste difficile à mettre en évidence. Aussi serait-il intéressant d'évaluer la possibilité de séparer les 5 notes expertes en tiers de classe sur un effectif plus important de carcasses, représentant un grand panel de couleurs. Il serait également envisageable d'associer à la couleur des informations texturales obtenues par imagerie afin de mettre en évidence une éventuelle discrimination des carcasses plus fine qu'avec la seule information de couleur.

Figure 3 : Représentation des variables sur les 2 premiers axes de l'ACPM (la couleur étant dans cette analyse une variable qualitative active) - Dim1 : 46,7% et Dim2 : 31,1% inertie



Variable actives : coordonnées trichromatiques CIE- $L^*a^*b^*$, codes Rouge Vert Bleu (système RVB), et coordonnées $L^*_r a^*_r b^*_r$, recalculées à partir des codes RVB
 Variable inactive : note de couleur donnée par les experts

² Les variables bien représentées sont proches du cercle, celles qui sont mal représentées étant quant-à-elles positionnées vers le centre.

³ Classification automatique visant à répartir les individus dans des classes homogènes.

Figure 4 : Représentation des individus sur les 2 premiers axes de l'ACPM (la couleur étant ici une variable qualitative supplémentaire) – Dim1 : 50,5% et Dim2 : 34,1% inertie

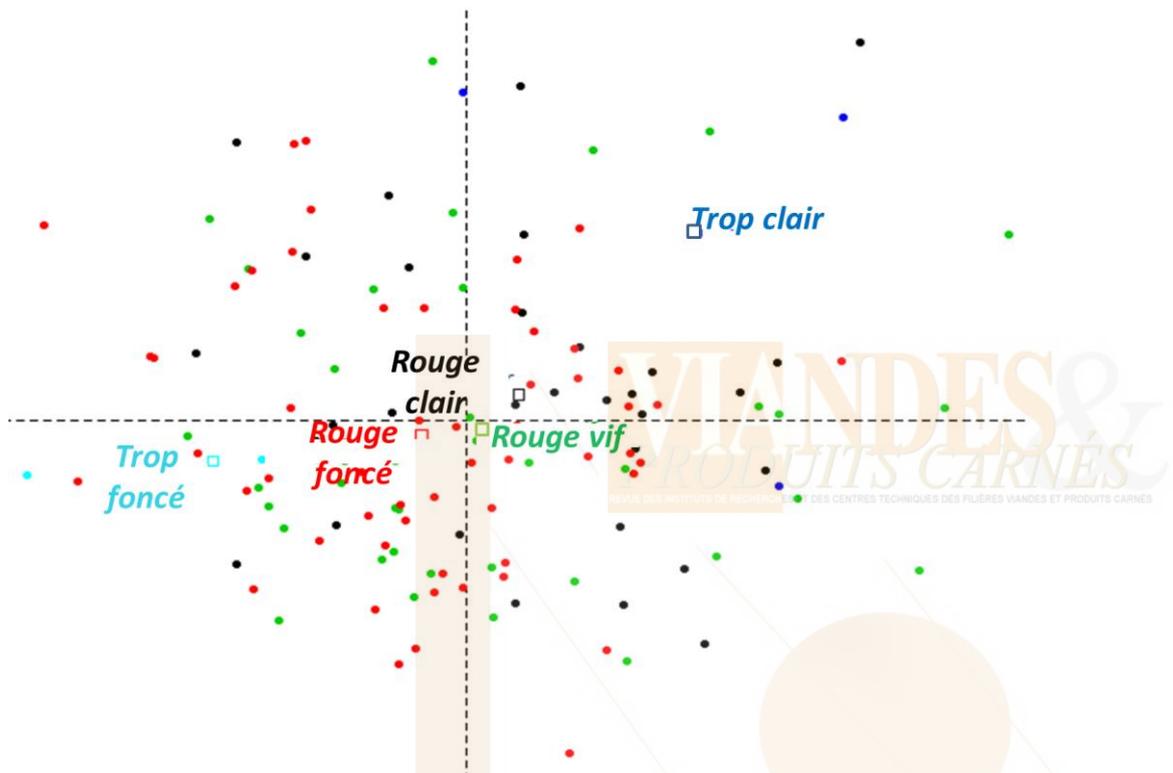


Tableau 2 : Répartition des carcasses selon leur note de couleur experte et le groupe de couleur constitué à partir des données instrumentales

| Nouvelles classes | A | B | C | D | E | F | G | H | Test |
|--|------|------|---|---|---|----|------|------|---------|
| Couleur basée sur les valeurs RVB moyennes | | | | | | | | | |
| Répartition des effectifs | | | | | | | | | |
| Trop clair | 1+++ | 1+++ | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | p=0,007 |
| Clair | 1 | 3 | 5 | 4 | 3 | 11 | 2--- | 7 | |
| Vif | 1 | 6+++ | 5 | 3 | 3 | 4 | 8 | 10 | |
| Foncé | 0 | 1--- | 5 | 2 | 8 | 14 | 15 | 13 | |
| Trop foncé | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3+++ | |

Les cases avec +++ / --- sont celles pour lesquelles l'effectif réel est nettement supérieur / inférieur à l'effectif théorique.

CONCLUSION - PERSPECTIVES

Dans le cadre de l'AOC Bœuf de Charolles, il ressort que les mesures instrumentales permettent d'identifier les carcasses n'ayant pas une couleur conforme aux contraintes du cahier des charges. Néanmoins, en race Charolaise, la couleur rouge vif correspond à l'optimum et il serait donc opportun d'objectiver les valeurs seuils qui séparent la note 3 « rouge vif » des notes 2 « clair » et 4 « foncé ». Il sera alors

possible d'envisager le développement d'une classification objective de la couleur en abattoir, comme réalisé pour la conformation et/ou l'état d'engraissement par la machine à classer. Pour ce faire, une expérimentation à grande échelle devra être menée, sollicitant différents experts et un nombre conséquent de carcasses présentant un panel important de couleurs.

Remerciements :

Les auteurs remercient les experts qui ont participé à ce travail ainsi que Bruno Meunier et Jérôme Bugeon pour leur aide dans l'analyse des résultats. Cette étude n'aurait pas pu être réalisée sans le soutien financier de l'Institut Charolais.

Références :

- Moevi I. (2006). Le point sur la couleur de la viande bovine. Ed. Institut de l'Élevage, Interbev. 113 pages.
- Hood D.E., Riordan E.B. (1973). Discoloration in pre-packed beef. Journal of Food Technology, 8, 333-348.
- Morrissey P.A., Buckley D.J., Sheedy P.J.A., Monaghan F.J. (1994). Vitamine E and meat quality. Proceeding of the Nutrition Society, 53, 289-295.

Denoyelle, C., Jabet, S., Berny, F. (1997). La mesure instrumentale de la couleur de la viande de gros bovins au stade industriel. *Viandes & Produits Carnés*, 18, 6, 269-274.

Van Oeckel M., Warnanrs J., Boucwué Ch.V. (1999). Measurement and prediction of pork colour. *Meat Science*, 52, 347-354.

Syndicat Bœuf de Charolles (2010). Cahier des charges de l'appellation d'origine contrôlée « Boeuf de Charolles » homologué par le décret n°2010-1033 du 31 août 2010.

Lu J., Tan J., Shatadal P., Gerrard D.E. (2000). Evaluation of pork color by using computer vision. *Meat Science*, 56, 57-60.

O'Sullivan M.G., Byrne D.V., Martens H., Gidskehaug L.h., Andersen H.J., Martens M. (2003). Evaluation of pork colour : prediction of visual sensory quality of meat from instruetal and cmputer vision methods of colour analysis. *Meat Science*, 65, 909-918.

Huselegge B., Engel B., Buist W., Merkus G.S.M., Klont R.E. (2001). Instrumental colour classification of veal carcasses. *Meat Science*, 57, 191-195.

CIE (1986). Colorimetry Official Recommendations of the International Commission on Illumination. CIE Publication No. 15.2. Vienna, Austria: CIE Central Bureau.

