

ETUDE DE L'ORGANISATION SPATIALE DU TISSU CONJONCTIF PAR ANALYSE D'IMAGE POUR LA PREVISION DE LA TENDRETE DU MUSCLE BOVIN

EL JABRI¹ M., ABOUELKARAM² S., REGRAG¹ A., DAMEZ² J-L., ROUX¹ D.

1. Laboratoire de Mathématiques, Université Blaise Pascal.63177 Aubière, France. 2. INRA, Centre de Theix, F-63122 Saint Genès-Champanelle, France.

Introduction

De nombreuses études ont permis d'identifier les composants du muscle qui jouent un rôle primordial dans la tendreté de la viande de boeuf; cependant sa variabilité en reste jusqu'à présent encore inexpliquée (Hedrick *et al.*, 1994). Parmi les attributs de qualité, la tendreté est la plus importante pour le consommateur. Le tissu conjonctif du muscle intervient de manière importante dans la tendreté de la viande et présente d'importantes variations dans sa constitution et dans son organisation spatiale. Le tissu conjonctif se compose principalement de collagène dont le contenu et la distribution contribue de manière significative à la dureté intrinsèque de la viande. Plusieurs auteurs ont menés des études sur des outils permettant la prévision de la qualité de la viande par l'analyse d'image. L'étude par analyse d'image du tissu conjonctif a permis d'estimer le contenu en collagène total (Abouelkaram *et al.*, 2003). Lu *et al.* (1998) ont utilisé la couleur et le persillé dans des modèles sommaires de prévision de la tendreté. Li *et al.* (1999) ont amélioré ces techniques pour la prévision de la tendreté de la viande bovine, en y incorporant les paramètres de texture, permettant ainsi d'obtenir des valeurs de R² atteignant 0.70.

Le but de la présente étude est de développer des outils de prévision de la tendreté de la viande en utilisant des techniques d'analyse d'image. On démontre ici que la tendreté est sensiblement liée aux caractéristiques du tissu conjonctif. Pour cela, à partir des images de muscle de bovin, nous avons extrait les paramètres les plus significatifs liés au tissu conjonctif qui ont été ensuite introduits dans les modèles de prévision de la tendreté.

Matériel et méthodes

Les analyses ont été effectuées sur des échantillons de muscles prélevés sur de jeunes taureaux de race Charolaise. Trois muscles ont été étudiés : *Longissimus Dorsi* LD (n=20), *Semitendinosus* ST (n=19), *Triceps-Brachii* TB (n=17). Les animaux étaient âgés de 15, 19 et 24 mois. Le protocole expérimental a été décrit dans Jurie *et al.* (2005). Les qualités sensorielles (tendreté, jutosité et flaveur) ont été déterminées après 14 jours de maturation par un panel entraîné selon Drandsfield *et al.* (2003).

Les images ont été acquises grâce à un banc d'acquisition d'images avec une camera CCD noir et blanc (Sony MACC77) pilotée par un PC, muni d'un éclairage en lumière polarisée blanche et dans l'UV (figure 1).

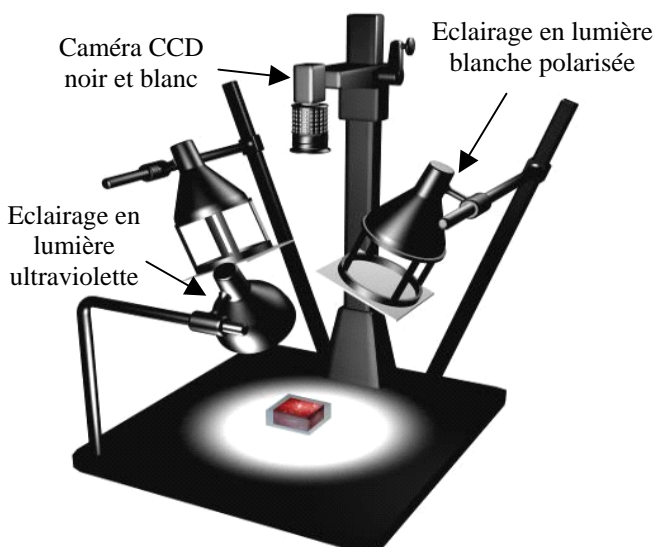


Figure 1 : Banc d'imagerie.

Les dimensions des images sont de 530 x 521 pixels. Celles-ci ont été traitées après l'application de seuillage permettant l'extraction d'objets. Un algorithme de segmentation a été employé pour obtenir des objets identifiés appartenant au réseau de tissu conjonctif (figure 2). Une classification de ces objets suivant leur taille a permis d'extraire les paramètres de l'image nécessaires à la caractérisation des échantillons de viande.

Les paramètres retenus sont représentatifs de l'organisation spatiale du tissu conjonctif en termes de taille des éléments constituant le réseau (perimysium). Ceux-ci correspondent aux classes d'objets issus des images obtenues à partir des échantillons de viande acquises avec les éclairages en lumière dans le visible (20 variables) et dans l'UV (20 variables). La tendreté a été analysée avec des données obtenues par chacun des éclairages ainsi que par la combinaison des deux catégories de variables (n=40).

Les données ont été analysées avec le logiciel SAS. Les modèles de prévision de la tendreté, établis en utilisant les paramètres d'image sélectionnés, ont été déterminés par la méthode de régression linéaire multiple (MLR). Les variables les plus appropriées pour la MLR ont été préliminairement sélectionnées. Le modèle final qui a été retenu pour la prévision de la tendreté a été déterminé selon un critère de maximisation du R² (p<0.05).

Résultats et discussion

Dans cette étude nous avons comparé plusieurs résultats d'analyses statistiques effectuées sur la tendreté. Ce facteur a été expliqué selon l'âge des animaux. Les meilleurs résultats de la régression ont été obtenus par la combinaison de deux types de paramètres. Le tableau 1 donne le R^2 obtenu en employant les six premières variables qui maximisent le R^2 . Le choix du nombre de paramètres a été basé sur un critère de validation croisée (leave one out). Cette méthode permet d'éviter l'introduction de variables supplémentaires dans le modèle de régression qui provoquerait un surajustement (over-fitting). La figure 3 présente les droites des valeurs estimées par les modèles de régression par rapport aux valeurs mesurées, pour les échantillons des animaux suivant les trois âges.

Résultats obtenus avec les paramètres combinés

Âge (mois)	R^2 (%)	
	Modèle	Validation
15	85.85	68.12
19	90.98	72.60
24	93.33	78.60

Tableau 1 : Coefficients de détermination des modèles de régression à 15, 19 et 24 mois.

Figure 2 :
Segmentation des images éclairées en lumière blanche et UV.

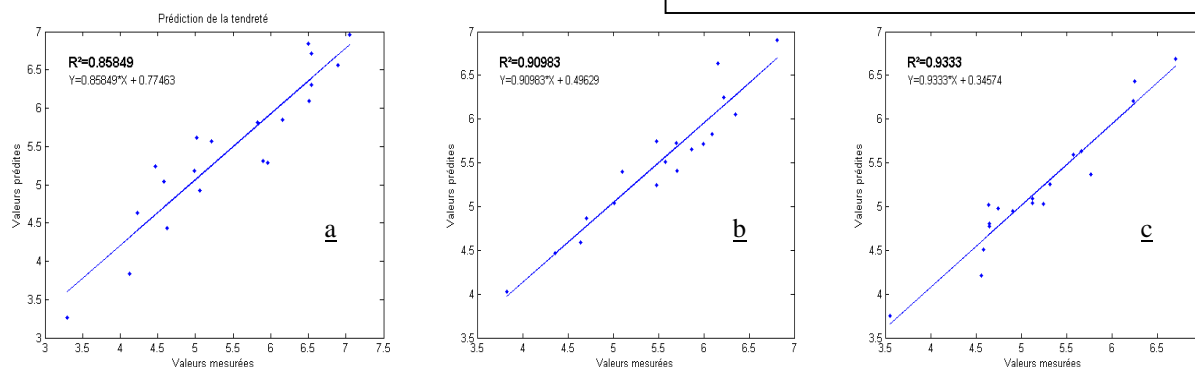
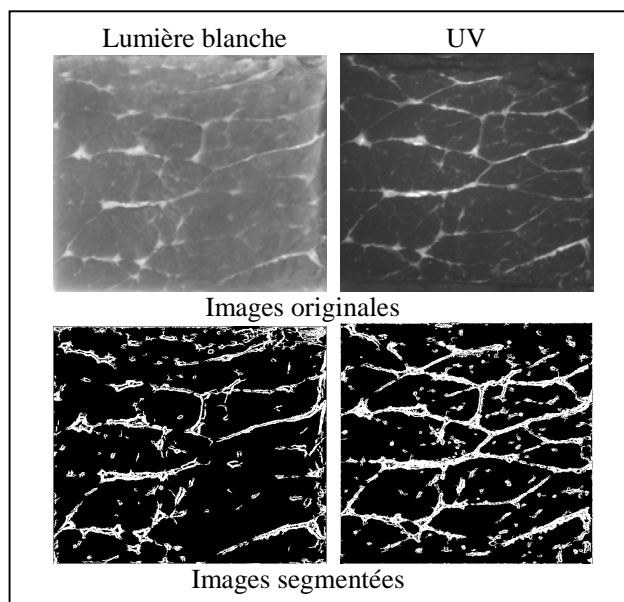


Figure 3 : Valeurs évaluées par le modèle en fonction des valeurs déterminées par le panel. Les courbes correspondent aux animaux de a 15, b 19, et c 24 mois.

Conclusions

Les résultats présentés ici montrent qu'il est possible d'évaluer la tendreté des viandes bovines en utilisant les modèles développés dans cette étude. Les paramètres d'image qui ont été employés pour élaborer ces modèles fournissent une information sur la distribution de la trame de tissu conjonctif. Ils sont, en grande partie, dépendants de la méthode de segmentation d'image. Ces modèles peuvent être améliorés en affinant la méthode de segmentation d'image et en optimisant la classification des tailles d'objet.

Références bibliographiques

- Abouelkaram S., Berge P., Hocquette J. F., Culioli J. and Listrat A., 2003. Sciences des Aliments, 231, 166-170.
- Dransfield E., Martin J.F., Bauchart D., Abouelkaram S., Lepetit J., Culioli J., Jurie C., Picard B., 2003. Animal Science, 76, 387-399.
- Hedrick, H. B., Aberle, E.D., Forrest, J.C., Judge, M.D., & Merkel, R. A., 1994. Dubuque, Iowa: Kendal / Hunt publishing company.
- Jurie C., Martin J.F., Listrat A., Jailler R., Culioli J., Picard B., 2005. Animal Science, 80, 257-263.
- Li, J., Tan, J., Martz, F., & Heymann, H., 1999. Journal of Meat science, 53, 17-22.
- Lu, J., Tan, J., Gao, X., & Gerrard, G.E., 1998. ASAE Mid-Central Conference (paper no. MC98131), St. Joseph, MI: ASAE.