

FAIT MARQUANT

Un algorithme d'analyse d'images pour estimer le persillé de la noix d'entrecôte et le marbré de la 6^{ème} côte bovine

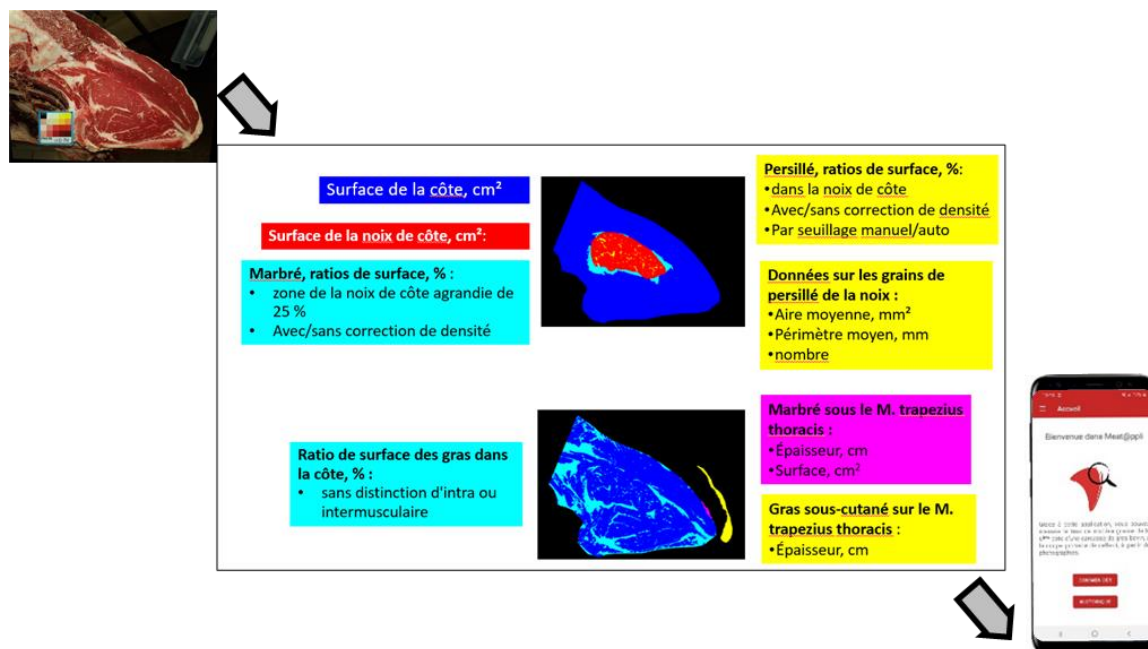
Le persillé de la viande de boucherie est caractérisé par les marbrures dures et blanches qui se trouvent entre les fibres musculaires de la viande. Le marbré est le gras qui entoure les muscles. Ces gras intramusculaire et intermusculaire jouent un rôle primordial dans la teneur en lipides des viandes bovines (qualité nutritionnelle) et améliorent la justosité, le goût et la tendreté (qualités sensorielles) de la viande consommée. En outre, le marbré présent sur la 6^{ème} côte des bovins est souvent utilisé comme un critère visuel rendant compte de l'adiposité et donc du rendement commercial et de la valeur économique des carcasses bovines. Afin d'estimer de manière rapide, non destructive et peu coûteuse le persillé et le marbré, un algorithme d'analyse d'image a été développé. Il réalise une dissection virtuelle semi-automatique des gras à partir d'une photographie de la 6^{ème} côte bovine prise sur la carcasse dans des conditions industrielles à l'aide d'un smartphone. Les données produites par cet algorithme ont contribué au développement d'un premier prototype d'application smartphone, dont le film de présentation est visible sur <https://drive.mesocentre.uca.fr/f/dd6652161ba64d42836f/>

L'importance technico-économique des gras dans la carcasse et la viande est majeure dans la filière viande bovine, tant pour l'éleveur qui est rémunéré en fonction de l'état d'engraissement de la carcasse, que pour l'abatteur/transformatateur qui cherche à obtenir le meilleur rendement de découpe, ou pour le consommateur qui recherche une viande goûteuse mais peu grasse. Aujourd'hui, aucun outil ne mesure le gras dans la viande et la carcasse en temps réel, de façon fiable, économe et non destructive. Des solutions d'imagerie utilisant des appareils photos et des environnements de prise d'image ont été développés et appliqués pour évaluer le persillé [1-5] ou la composition des carcasses [6-8] de races bovines très grasses élevées en Amérique

et Asie. Des méthodes d'imagerie utilisant du matériel « léger » dans un environnement industriel n'ont jamais été testées pour estimer les gras des carcasses ou des viandes bovines. Or l'essor exponentiel des smartphones équipés d'imageurs de qualité et les outils connectés ouvrent de formidables perspectives pour mesurer les gras sur une pièce de viande bovine. L'enjeu était de développer une méthode d'analyse d'images basée sur une image de côte bovine fraîche capturée avec un smartphone dans des conditions non standardisées et non contrôlées pour estimer le persillé et la composition des côtes en proportions de muscle, gras total, gras intermusculaire (marbré) et gras sous-cutané.

Des images de la 6^{ème} côte de 130 carcasses de bovins ont été capturées avec un smartphone, analysées avec un programme développé à l'aide du logiciel open source ImageJ, et décrites par 17 caractéristiques mesurées sur l'image. Les surfaces correspondant au persillé dans la noix de côte corrént bien ($r = 0,87$) avec les teneurs en lipides mesurées dans ce muscle par la méthode chimique de référence (plage de variation de la teneur en lipides : 0,5 à 16%). Les surfaces correspondant au marbré dans la zone de 25 % autour de la noix de côte corrént bien ($r = 0,85$) avec la proportion (relativement au poids de la côte) du gras intermusculaire estimée par dissection bouchère (plage de variation : 1 à 21%). Des paramètres de surface associés à des données animales prédisent le persillé avec une précision de la prédiction (incluant une validation externe) de 90 %, et aussi les ratios de poids des gras totaux, intermusculaire et des muscles des côtes avec une précision comprise entre 71 et 86 %. Ainsi, un algorithme semi-automatique analyse en moins de 5 minutes une photo de 6^{ème} côte prise avec un smartphone, et produit des paramètres à inclure dans des modèles de prédiction du persillé, du marbré et de la proportion de muscle ou de gras sur une côte. Les données produites par les méthodes de référence, les images traitées ainsi que des surfaces issues de l'analyse d'image ont été utilisées pour développer un réseau neuronal implémenté dans l'application pour smartphone *meat@ppli* visant à automatiser complètement les mesures de persillé et de marbré.

L'algorithme d'analyse d'image et l'application *meat@ppli* restent à utiliser sur une diversité de bovins pour augmenter la précision des modèles mathématiques et préciser les domaines d'application de ces outils.



Légende : Liste des 17 aires mesurées semi-automatiquement en moins de 5 minutes par un algorithme informatique, sur une photographie prise avec un smartphone dans des conditions industrielles. Les données produites dans le projet ont été utilisées pour développer l'application, *meat@ppli*, pour smartphone android.

Valorisation :

Meunier B., Normand J., Albouy-Kissi B., Micol D., El Jabri M., Bonnet M., 2021. An open-access computer image analysis (CIA) method to predict meat and fat content from an android smartphone-derived picture of the bovine 5th-6th rib. *Methods*, 186, 79-89, doi.org/10.1016/j.ymeth.2020.06.023

Références bibliographiques :

- [1] D.E. Gerrard, X. Gao, J. Tan, Beef marbling and color score determination by image processing, *J Food Sci* 61(1) (1996) 145-148. [10.1111/j.1365-2621.1996.tb14745.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1996.tb14745.x).
- [2] K. Kuchida, S. Kono, K. Konishi, L.D. Van Vleck, M. Suzuki, S. Miyoshi, Prediction of crude fat content of longissimus muscle of beef using the ratio of fat area calculated from computer image analysis: Comparison of regression equations for prediction using different input devices at different stations, *J Anim Sci* 78(4) (2000) 799-803.
- [3] Y. Nakahashi, S. Maruyama, S. Seki, S. Hidaka, K. Kuchida, Relationships between monounsaturated fatty acids of marbling flecks and image analysis traits in longissimus muscle for Japanese Black steers, *J Anim Sci* 86(12) (2008) 3551-6. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-0947>.
- [4] K. Chen, C. Qin, Segmentation of beef marbling based on vision threshold, *Comput Electron Agr* 62(2)

(2008) 223-230. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2008.01.002>.

[5] P. Jackman, D.W. Sun, P. Allen, Automatic segmentation of beef longissimus dorsi muscle and marbling by an adaptable algorithm, *Meat Sci* 83(2) (2009) 187-94. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.03.010>.

[6] A.B. Karnuah, K. Moriya, N. Nakanishi, T. Nade, T. Mitsuhashi, Y. Sasaki, Computer image analysis for prediction of carcass composition from cross-sections of Japanese Black steers, *J Anim Sci* 79(11) (2001) 2851-6. <https://doi.org/10.2527/2001.79112851x>.

[7] T. Nade, J.I. Saburi, T. Abe, T. Nakagawa, T. Okumura, S. Misumi, K. Saito, T. Kawamura, K. Fujita, Estimation of the carcass composition from a cross-section of the rib-loin from crossbred Japanese Black x Limousin F2 cattle by computer image analysis, *Anim Sci J* 78(6) (2007) 567-574. <https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2007.00477.x>.

[8] R. Santos, F. Pena, M. Juarez, C. Aviles, A. Horcada, A. Molina, Use of image analysis of cross-sectional cuts to estimate the composition of the 10th-11th-12th rib-cut of European lean beef bulls, *Meat Sci* 94(3) (2013) 312-9. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.03.018>.

Contact : BONNET Muriel ; muriel.bonnet@inrae.fr, UMR Herbivores, F-63122 Saint-Genès-Champagnelle, France.