

# Recherche de nouveaux sites de prédiction de la composition des pièces de découpe

Gérard DAUMAS (1), Mathieu MONZIOLS (1), David CAUSEUR (2)

(1) IFIP - Institut du porc, BP 35104, 35651 Le Rheu Cedex, France

(2) Agrocampus Ouest, Irmarm, UMR 6625 CNRS, 65 rue de St-Brieuc, CS 84215, 35042 Rennes Cedex, France

gerard.daumas@ifip.asso.fr

Avec la collaboration de Thierry LHOMMEAU et Antoine VAUTIER (1)

## A search for new sites for predicting the composition of pork cuts

Industrial sorting of pork cuts and grading of carcasses suffers from large error in the prediction of fat and muscle composition. The aim of this study was to help overcome the first hurdle by seeking new predictors using modern technology. For each of the three most important cuts (hams, bellies and loins), a sample was selected in a cutting plant. Thus, 100 hams, 80 bellies and 125 loins were scanned by computed tomography, with a slice thickness of 3 mm. Tomographic images were segmented to determine muscle and fat weights, as well as their contents, for each slice. For each cut, the maximum and minimum weight and content of each of the two tissues were used as potential predictors. The cut's weight was added, in particular for its usefulness for predicting the weight of the tissues. Regression models were established by ordinary least squares, and the  $R^2$  was calculated using cross-validation with 50 random divisions of the data into 10 segments. The predicted median  $R^2$  for weights and contents of fat and muscle ranged from 0.96-0.99 for hams, 0.93-0.96 for bellies, and 0.90-0.96 for loins, respectively. These promising results show that a few (3-4) measurement sites are sufficient to predict the composition of hams, bellies and loins accurately. This opens up new prospects for greatly improving the industrial sorting of cuts, and even the grading of carcasses.

## INTRODUCTION

Le tri des pièces de découpe est un des challenges de l'industrie porcine. Actuellement encore, le tri des poitrines et des jambons est majoritairement réalisé à partir de l'état d'engraissement perçu à la coupe. Or, cette information ne reflète que très imparfaitement la composition réelle (poids et pourcentage de muscle et de gras) de ces pièces. L'utilisation d'autres prédicteurs se heurte à la difficulté de les trouver, combinée à la possibilité de les mesurer dans des conditions industrielles avec une technologie adaptée.

La tomographie à rayons X est une technique moderne, non-destructive, permettant de mesurer efficacement la composition corporelle (Scholz *et al.*, 2015). Sa faible épaisseur de coupe permettant de balayer précisément les pièces en fait un outil idéal pour rechercher les meilleurs prédicteurs de la composition des pièces. Le but de cette étude est d'identifier et de localiser des prédicteurs potentiels de la composition tissulaire, issus de la tomographie, et de quantifier leur précision dans les trois pièces de découpe primaire du porc, dont le tri est important : jambon, longe et poitrine.

## 1. MATERIEL ET METHODES

Un échantillon de 100 jambons et un de 80 poitrines ont été sélectionnés dans un premier atelier de découpe (Daumas *et al.* (2019).

Deux échantillons de 80 longes ont été sélectionnés dans un second atelier de découpe. Le lendemain de la sélection, les pièces ont été livrées à la salle de découpe de l'Ifip à Romillé (35), où elles ont été scannées par tomographie à rayons X avec un Emotion Duo (Siemens, Erlangen, Allemagne). Les procédures IFIP d'acquisition des images et de leur traitement ont été utilisées (Daumas et Monziols, 2011), afin de mesurer les volumes de muscle et de gras par coupe tomographique et par pièce. Notamment, une épaisseur de coupe de 3 mm a été utilisée. Les poids et teneurs en muscle et en gras en ont été déduits comme décrit par Daumas *et al.* (2019). Les volumes de muscle et de gras ont été obtenus par seuillage, respectivement dans les intervalles [0, 120] et [-500, -1] unités Hounsfield. Les poids de muscle et de gras en ont été déduits en les multipliant par une densité de 1,04 et 0,95, respectivement.

Quatre variables à prédire ont donc été étudiées par pièce : volumes et poids de muscle et de gras. Pour chacune de ces variables et pour chaque observation a été tracé le profil longitudinal par coupe tomographique. Au vu de l'allure générale de ces courbes, il a été choisi de retenir comme variables prédictrices potentielles le maximum et le minimum des profils pour chacune des quatre variables. Le poids de la pièce a été rajouté, notamment pour son utilité dans la prédiction du poids des pièces. Les deux échantillons de longes ayant été sélectionnés dans des conditions voisines, ils ont été regroupés pour augmenter la puissance expérimentale.

L'unité statistique était la pièce de découpe. Des modèles de régression linéaire ont été établis et les coefficients de détermination ( $R^2$ ) calculés en validation croisée, en réalisant 50 partitions aléatoires en 10 segments de données, avec la procédure GLMSELECT du logiciel SAS version 9.4 (SAS Institute Inc., 2012). Les  $R^2$  médians ont été retenus dans la présentation des résultats.

## 2. RESULTATS ET DISCUSSION

Sur l'ensemble des deux échantillons de longes, l'intégralité des données tomographiques n'était disponible que sur 125 longes. Pour les échantillons de jambons et de poitrines, les données étaient complètes.

Le tableau 1 rassemble pour chacun des trois échantillons moyenne, écart type, ainsi que les valeurs minimales et maximales du poids de la pièce et des quatre variables à prédire.

**Tableau 1** – Statistiques descriptives des poids et teneurs tissulaires des pièces de découpe par échantillon (longes : n = 125 ; jambons : n = 100 ; poitrines : n = 80)

Variable	Moyenne	Ecart type	Min	Max
Poids de <b>longe</b> , kg	8,59	0,84	6,33	11,01
Poids de muscle, kg	5,36	0,55	3,63	7,14
Poids de gras, kg	2,15	0,46	0,94	3,46
Teneur en muscle, %	62,51	3,73	54,33	73,46
Teneur en gras, %	24,87	4,06	12,95	33,81
Poids de <b>jambon</b> , kg	11,48	0,89	9,47	14,52
Poids de muscle, kg	8,56	0,74	6,90	11,13
Poids de gras, kg	1,94	0,35	1,16	2,76
Teneur en muscle, %	74,53	2,73	68,08	80,40
Teneur en gras, %	16,92	2,68	10,95	22,87
Poids de <b>poitrine</b> , kg	6,97	1,17	4,02	9,15
Poids de muscle, kg	3,82	0,46	2,57	4,76
Poids de gras, kg	2,84	0,81	1,26	4,58
Teneur en muscle, %	55,56	6,45	42,75	66,98
Teneur en gras, %	39,94	5,79	30,02	51,72

Les  $R^2$  médians étaient tous supérieurs ou égaux à 0,90 (Tableau 2). Ceux pour la prédiction des poids étaient généralement supérieurs à ceux pour la prédiction des teneurs, probablement à cause du rôle important du poids de la pièce.

Pour la prédiction du poids de gras de jambons bruts d'origine variée, Picouet *et al.* (2014) ont rapporté un  $R^2$  sur un échantillon de validation (n=23) de 0,97 avec trois coupes tomographiques et 0,94 avec deux coupes. La position de ces deux coupes correspondait à la largeur maximale du jambon, soit approximativement au niveau de la partie distale de la tête du fémur, et à l'extrémité proximale de l'articulation du genou.

**Tableau 2** –  $R^2$  médians en validation croisée d'estimation des poids et teneurs tissulaires par pièce de découpe

Pièce	n	% de muscle	% de gras	Poids de muscle	Poids de gras
Jambon	100	0,93	0,96	0,99	0,96
Poitrine	80	0,94	0,93	0,93	0,96
Longe	125	0,90	0,93	0,96	0,97

Sur les mêmes échantillons de jambons et de poitrines que dans cet article, les meilleurs  $R^2$  médians en validation croisée d'estimation par scanner à induction magnétique étaient de 0,66 pour la teneur en gras de la poitrine et 0,64 pour la teneur en muscle du jambon (Daumas *et al.*, 2020). A titre comparatif, les  $R^2$  d'estimation de la teneur en muscle des trois pièces de cette étude par les appareils de classement des carcasses en France étaient compris entre 0,64 et 0,73 avec le CGM et entre 0,41 et 0,52 avec l'Image-Meater (Daumas et Monziols, 2017).

## CONCLUSION

Ces résultats très prometteurs montrent qu'un nombre faible (3-4) de sites de mesure sont suffisants pour prédire précisément la composition des jambons, poitrines et longes. Ceci ouvre de nouvelles perspectives pour améliorer grandement le tri industriel des pièces, voire le classement des carcasses. La prochaine étape consistera à évaluer sur les zones les plus prometteuses l'erreur de variables (épaisseurs par exemple) plus facilement mesurables en industrie.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le CASDAR pour le soutien financier apporté à ce travail dans le cadre du projet HYPER-SCAN. Ils remercient également les entreprises Bernard et Loudéac Viandes du groupe Jean Floc'h pour la qualité de leur accueil lors des essais.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Daumas G., Monziols M., 2011. An accurate and simple computed tomography approach for measuring the lean meat percentage of pig cuts. Proc. of the 57th ICoMST, Ghent, Belgium, Paper 061.
- Daumas G., Monziols M., 2017. Conséquences de l'automatisation du classement des carcasses sur l'estimation de la composition des pièces de découpe. Journées Rech. Porcine, 49, 37-42.
- Daumas G., Monziols M., Rodriguez J.M., Álvarez-García J., Causeur D., 2019. Estimation de la composition tissulaire de jambons et poitrines par un scanner à induction magnétique. Journées Rech. Porcine, 51, 339-344.
- Daumas G., Monziols M., Rodriguez J.M., Álvarez-García J., Causeur D., 2020. Comparaison de méthodes pour valider l'estimation par scanner à induction magnétique de la composition de jambons et de poitrines. Journées Rech. Porcine, 52, 59-60.
- Picouet P., Muñoz I., Fulladosa E., Daumas G., Gou P., 2014. Partial scanning using computed tomography for fat weight prediction in green hams: Scanning protocols and modelling. J. Food Eng., 142, 146-152.
- SAS Institute Inc., 2012. SAS /STAT Software Release 9.4, Cary, NC, USA.
- Scholz A.M., Bünger L., Kongsro J., Baulain U., Mitchell A.D., 2015. Non-invasive methods for the determination of body and carcass composition in livestock: dual-energy X-ray absorptiometry, computed tomography, magnetic resonance imaging and ultrasound: invited review. Animal, 9, 1250-1264.