

QUALITÉ TECHNOLOGIQUE DU JAMBON DE PORC

Relations entre les rendements de transformation en jambon cuit et en jambon sec

P. SELLIER (1), G. MONIN (2)

Institut National de la Recherche Agronomique

(1) *Station de Génétique Quantitative et Appliquée, 78352 Jouy en Josas Cédex*

(2) *Station de Recherches sur la Viande, 63122 Ceyrat*

avec la collaboration de P. VERNIN (2), A. TALMANT (2), R. DAUZAT (+)(2),
J.F. GARDETTE (2), Sylvie NUGIER (1) et H. LAGANT (1).

Les jambons droit et gauche de 353 porcs femelles de race Large White, Landrace Français, Landrace Belge ou Piétrain, abattus à environ 100 kg de poids vif, ont été respectivement soumis à une transformation en jambon cuit et à une transformation en jambon sec. Les rendements des différentes étapes des deux modes de transformation ont été calculés. La teneur en muscle de la carcasse et des critères de qualité de la viande (pH ultime, réflectance, pouvoir de rétention d'eau) ont été également mesurés. Le pH de la viande a le meilleur pouvoir prédictif pour le rendement technologique de la fabrication du jambon cuit (corrélation voisine de 0,50). Parmi les variables prédictives prises en compte dans cette étude, le taux de muscle intervient de façon très largement prépondérante dans la détermination du rendement technologique de la fabrication du jambon sec (corrélation de l'ordre de -0,60), alors que ce rendement n'est lié de façon notable à aucun des critères de qualité de la viande. Il existe une liaison significative mais assez peu étroite ($r = 0,36$) entre les rendements technologiques des deux modes de transformation du jambon. Cependant, la corrélation entre les rendements globaux des deux modes de transformation est très proche de zéro.

Technological quality of the ham : relationships between yields of cured-cooked ham processing and dry-cured ham processing.

The right and left hams from 353 female pigs belonging to the Large White, French Landrace, Belgian Landrace or Pietrain breeds and slaughtered at around 100 kg liveweight were submitted to processing into cured-cooked ham and dry-cured ham, respectively. Yields at various steps of each type of processing were calculated. Carcass lean content and meat quality criteria (ultimate pH, reflectance, water holding capacity) were also measured. Meat pH has the best predictive value for the technological yield of cured-cooked processing, defined as the ratio of weight of cooked ham over weight of deboned and defatted ham : correlation between the two traits is of the order of 0.50. Among the predictive measurements taken into account in the present study, carcass lean content is by far the best predictor of the technological yield of dry-cured processing, defined as the ratio of weight of dry ham over weight of trimmed ham (correlation close to -0.60). In contrast, this yield is poorly correlated to the meat quality measurements. The correlation between the technological yields of the two types of ham processing is significant but of moderate magnitude ($r = 0.36$) whereas the correlation between the overall yields of the two types of ham processing (weight of saleable product/weight of fresh entire ham) is very close to zero.

INTRODUCTION

Le jambon de porc est utilisé en France presque exclusivement pour la fabrication de jambon cuit (80 %) et de jambon sec (20 %). L'aptitude à la transformation revêt donc pour cette pièce une importance particulière. Toutefois, cette aptitude peut correspondre à des caractéristiques de la matière première assez différentes selon le mode de transformation envisagé. Pour le jambon cuit, elle est appréciée selon des critères maintenant classiques, qui sont la composition anatomique estimée par l'épaisseur de gras périphérique, et le rendement technologique estimé par l'indice de qualité de la viande (IQV) (JACQUET et al, 1984). Pour le jambon sec, POMA (1991) a proposé un indice de qualité associant la mesure du pH ultime du muscle Adductor et une notation subjective de la couleur du muscle Biceps femoris basée sur la réglette japonaise. Cet indice présente une corrélation voisine de -0,40 avec la perte de poids en fabrication, et l'optimum de qualité organoleptique du produit fini correspond aux valeurs intermédiaires de l'indice. L'IQV et l'indice "jambon sec", qui reposent d'ailleurs sur des bases assez comparables, sont très étroitement liés entre eux.

L'étude présente a eu pour but de comparer des critères directs d'aptitude à la transformation en jambon cuit et en jambon sec, en l'occurrence les divers rendements mesurables en cours de fabrication. En outre, elle a fourni l'occasion de comparer les valeurs prédictives, pour chacun des deux modes de transformation, de la teneur en muscle de la carcasse et des mesures classiquement réalisées sur la viande fraîche pour la détermination de l'IQV.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'étude a porté sur 353 carcasses de porcs femelles de 4 races : Large White, Landrace Français, Landrace Belge et Piétrain (tableau 1). Les porcs des 3 premières races étaient élevés à la Station de contrôle de descendance du Transloy (Pas-de-Calais), alors que les porcs Piétrain provenaient de l'élevage expérimental de l'INRA situé à Avord (Cher). Les animaux étaient nourris ad libitum et abattus vers 100 kg de poids vif, ceux du Transloy à l'abattoir d'Amiens (Somme) et ceux d'Avord à l'abattoir de Nevers (Nièvre) [pour plus de détails sur les conditions expérimentales, voir SELLIER et al, (1984)]

Le lendemain de l'abattage, les demi-carcasses droites étaient découpées selon la méthode normalisée décrite par OLLIVIER (1970). Sur le jambon droit, on réalisait les mesures suivantes : pH des muscles Adductor et Biceps femoris, réflectance et

capacité de rétention d'eau (temps d'imbibition) du muscle Biceps femoris. L'autre jambon était prélevé sur la demi-carcasse gauche en utilisant une méthode de découpe adaptée à la transformation en jambon sec. Les deux jambons étaient ensuite transportés à Theix (Puy-de-Dôme) et gardés à 2-4 °C avant transformation, le droit en jambon cuit et le gauche en jambon sec, selon les procédés suivants :

- *jambon cuit* : le surlendemain de l'abattage, les jambons étaient découennés et dégraissés, puis injectés (pompage à la veine) avec une saumure à 15 % de chlorure de sodium et 0,9 % de nitrite de sodium (poids/poids). Ils étaient ensuite immergés pendant 72 heures dans la saumure, égouttés pendant 4 heures, désossés et parés, mis en moules et cuits dans une étuve à 72 °C. Lorsque la température à cœur atteignait 68 °C, les jambons étaient retirés de l'étuve, pressés à 2200 Pa à l'aide d'une presse pneumatique, et conservés à 4 °C pendant 2 jours avant démoulage. Des pesées étaient effectuées aux différentes étapes de la fabrication et les poids suivants étaient enregistrés : poids du jambon frais entier (X1) ; poids après découennage et dégraissage (X2) ; poids après saumurage (X3) ; poids des os et parures (X4) ; poids après désossage (X5) ; poids du produit cuit commercialisable (X6). Le poids de viande fraîche nette (X7) était considéré comme égal à X2 - X4, en supposant négligeable le poids de saumure retenue par les os et parures. Les rendements suivants étaient calculés :

- rendement anatomique : $(X7/X1) \times 100$;
- gain au saumurage : $((X3-X2)/X2) \times 100$;
- rendement à la cuisson : $(X6/X5) \times 100$;
- rendement technologique : $(X6/X7) \times 100$;
- rendement global : $(X6/X1) \times 100$.

- *jambon sec* : le cinquième jour suivant l'abattage, les jambons étaient parés et transportés aux Salaisons du Centre à Auzances (Creuse). Ils étaient mis au sel à 2 °C pendant 3 semaines, avec un frottage hebdomadaire, puis ils étaient brossés pour les débarrasser du sel en excès et gardés 3 semaines à 3-4 °C et une humidité relative de 65 à 85 % (période de "repos"). Ils étaient alors lavés et brossés, étuvés à 20-25 °C pendant 4 ou 5 jours, et finalement placés dans un séchoir à 12-14 °C et 75-80 % d'humidité relative pendant 8 mois. Le poids du jambon frais entier (Y1), le poids du jambon paré (Y2), le poids en fin de repos (Y3) et le poids final (Y4) étaient enregistrés, et les rendements suivants calculés :

- rendement de parage : $(Y2/Y1) \times 100$;
- rendement "intermédiaire" : $(Y3/Y2) \times 100$;
- rendement de séchage : $(Y4/Y3) \times 100$;
- rendement technologique : $(Y4/Y2) \times 100$;
- rendement global : $(Y4/Y1) \times 100$.

Tableau 1 - Effectifs d'animaux

Race	Large White	Landrace Français	Landrace Belge	Piétrain
Nombre de porcs	88	77	80	108 ⁽¹⁾
Poids moyen d'abattage (kg)	101	101	100	92

(1) n = 51 pour la réflectance et l'IQV

Les corrélations entre variables ont été estimées en utilisant les "résidus" des modèles d'analyse de variance suivants :

- modèle race, bande de contrôle et régression linéaire sur le poids vif d'abattage pour les variables ayant trait à la

composition corporelle : taux de muscle de la carcasse, rendement anatomique, rendement de parage ;

- modèle race et série d'abattage (et de transformation) pour les autres variables.

Une analyse de régression multiple progressive basée également sur ces "résidus" a été réalisée pour établir les équations de prédiction du rendement technologique des deux modes de transformation du jambon.

2. RÉSULTATS

Les paramètres statistiques de l'ensemble de l'échantillon sont rapportés dans le tableau 2.

Tableau 2 - Paramètres statistiques de l'ensemble de l'échantillon (n = 353)

Variable	Moyenne	Écart-type (intra race-date d'abattage)
Jambon cuit		
poids du jambon frais (kg)	8,89	0,41 (1)
rendement anatomique (%)	67,2	3,1 (1)
gain au saumurage (%)	14,9	1,4
rendement à la cuisson (%)	72,7	2,4
rendement technologique (%)	85,6	3,2
rendement global (%)	57,4	2,9
Jambon sec		
poids du jambon frais (kg)	9,65	0,48 (1)
rendement de parage (%)	86,5	1,9
rendement "intermédiaire" (%)	92,4	1,0
rendement de séchage (%)	75,6	1,7
rendement technologique (%)	69,8	2,1
rendement global (%)	60,4	1,9
Mesures prédictrices		
pH _u Biceps femoris (BF)	5,74	0,21
pH _u Adductor (Ad)	6,03	0,25
réflectance BF(2)	531	76
temps d'imbibition BF	12,5	5,2
IQV(3)	86,8	2,5
taux de muscle de la carcasse (%) (4)	53,4	2,9

(1) écart-type calculé intra bande-race

(2) n = 296

(3) $IQV = 53,7 + 5,9019 \text{ pH}_{u} \text{ Ad} - 0,0092 \text{ réflectance BF} + 0,1734 \text{ temps d'imbibition BF}$ (JACQUET et al, 1984)

(4) estimé à partir des résultats de la découpe normalisée de la demi-carcasse droite

Les corrélations entre les variables mesurées sur la viande fraîche et la teneur en muscle de la carcasse d'une part, les divers rendements de fabrication du jambon cuit et du jambon sec d'autre part, sont rapportées dans le tableau 3. Pour le jambon cuit, le rendement à la cuisson et les rendements technologique et global sont assez étroitement liés aux pH, et de façon plus lâche à la réflectance et au temps d'imbibition. Les corrélations avec l'IQV sont proches des corrélations avec le pH. Pour le jambon sec, seul le rendement "intermédiaire" présente des liaisons notables avec les critères de qualité appréciés sur la viande fraîche, particulièrement avec l'IQV (corrélation égale à 0,36). Le rendement "intermédiaire", le rendement de séchage et le rendement technologique de la fabrication du jambon sec sont fortement influencés par le taux de muscle de la carcasse (corrélations de l'ordre de -0,5 à -0,6).

Les corrélations entre les diverses composantes du rendement pour chacun des deux modes de fabrication sont présentées dans le tableau 4. Pour le jambon cuit, les variations du rendement technologique sont expliquées essentiellement par les variations du rendement à la cuisson. Le rendement global dépend d'abord du rendement anatomique, mais est également très influencé par le rendement à la cuisson et le rendement technologique. Pour le jambon sec, le rendement technologique est lié étroitement au rendement "intermédiaire", mais plus encore au rendement de séchage. Le rendement global dépend fortement du rendement technologique, et par voie de conséquence des rendements "intermédiaire" et de séchage. Le rendement de parage a relativement peu d'influence sur le rendement global; on peut remarquer toutefois que ce rendement de parage présente des liaisons modérées, mais non négligeables, avec tous les autres rendements.

Tableau 3 - Corrélations entre les rendements des deux types de fabrication et les variables prédictrices

Rendements de fabrication	Variables prédictrices					
	pH _u Ad	pH _u BF	réflectance BF	temps d'imbibition BF	IQV	taux de muscle de la carcasse
Jambon cuit						
rendement anatomique	0,06	0,07	0,02	-0,06	-0,05	0,74**
gain au saumurage	0,17**	0,24**	-0,18**	0,15**	0,20**	-0,16**
rendement à la cuisson	0,51**	0,51**	-0,41**	0,25**	0,56**	-0,12*
rendement technologique	0,51**	0,51**	-0,37**	0,26**	0,55**	-0,13*
rendement global	0,42**	0,45**	-0,23**	0,21**	0,37**	0,57**
Jambon sec						
rendement de parage	0,01	-0,03	0,15**	-0,02	-0,05	0,37**
rendement «intermédiaire»	0,26**	0,31**	-0,29**	0,26**	0,36**	-0,46**
rendement de séchage	0,02	0,07	-0,07	0,06	0,08	-0,58**
rendement technologique	0,14*	0,17**	-0,17**	0,14*	0,20**	-0,62**
rendement global	0,12*	0,16**	-0,03	0,13*	0,13*	-0,37**

* P < 0,05 ** P < 0,01

Tableau 4 - Corrélations entre rendements pour chacun des deux modes de transformation du jambon

Jambon cuit			Jambon sec		
rendement global	x rendement anatomique	0,70**	rendement global	x rendement de parage	0,34**
	x gain au saumurage	0,21**		x rendement «intermédiaire»	0,58**
	x rendement à la cuisson	0,62**		x rendement de séchage	0,75**
	x rendement technologique	0,59**		x rendement technologique	0,80**
rendement technologique	x rendement anatomique	-0,16**	rendement technologique	x rendement de parage	-0,30**
	x gain au saumurage	0,49**		x rendement «intermédiaire»	0,73**
	x rendement à la cuisson	0,86**		x rendement de séchage	0,95**
rendement à la cuisson	x rendement anatomique	0,00	rendement de séchage	x rendement de parage	-0,28**
	x gain au saumurage	0,11		x rendement «intermédiaire»	0,47**
gain au saumurage	x rendement anatomique	-0,18**	rendement «intermédiaire»	x rendement de parage	-0,21**

** P < 0,01

Les corrélations entre les rendements de fabrication du jambon cuit et ceux du jambon sec sont rapportées dans le tableau 5. Notons tout d'abord que les relations les plus étroites sont observées entre le rendement anatomique du jambon cuit et les divers rendements de fabrication du jambon sec. Des corrélations négatives de l'ordre de -0,4 à -0,6 sont trouvées entre le rendement anatomique (c'est à dire la composition tissulaire du jambon) et les rendements "intermédiaire", de séchage et technologique de la fabrication du jambon sec. Des corrélations plus faibles, mais cependant notables (de l'ordre de 0,30), sont observées entre les rendements à la cuisson et technologique du jambon cuit d'une part, et les rendements "intermédiaire", de séchage et technologique du jambon sec. Il n'y a aucune liaison

entre les rendements globaux.

Les résultats de l'analyse de régression multiple progressive sont donnés dans le tableau 6. Ils traduisent le rôle essentiel du pH ultime dans la détermination du rendement technologique de la fabrication du jambon cuit, le taux de muscle apportant une contribution complémentaire limitée mais significative dans ce domaine. Par contre, parmi les variables prédictrices étudiées ici, c'est de très loin le taux de muscle qui joue le rôle le plus important pour la prédiction du rendement technologique de la fabrication du jambon sec, alors que les mesures de qualité de la viande fraîche interviennent de façon très marginale.

Tableau 5 - Corrélations entre rendements de fabrication du jambon cuit et rendements de fabrication du jambon sec

Rendements "jambon sec"	Rendements "jambon cuit"				
	Rendement anatomique	Gain au saumurage	Rendement à la cuisson	Rendement technologique	Rendement global
Rendement de parage	0,38**	-0,13*	-0,07	-0,09	0,22**
Rendement "intermédiaire"	-0,43**	0,23**	0,34**	0,36**	-0,05
Rendement de séchage	-0,56**	0,20**	0,27**	0,29**	-0,19**
Rendement technologique	-0,59**	0,24**	0,33**	0,36**	-0,16**
Rendement global	-0,31**	0,13*	0,28**	0,28**	-0,01

* P < 0,05

** P < 0,01

Tableau 6 - Analyse de régression multiple progressive pour la prédiction des rendements technologiques des deux modes de transformation du jambon

Stade de sélection	Rendement technologique "jambon cuit"		Rendement technologique "jambon sec"	
	variables sélectionnées	R(1)	variables sélectionnées	R
1	pH _u Ad	0,507	% de muscle	0,619
2	pH _u Ad, pH _u BF	0,548	% de muscle, pH _u Ad	0,627
3(2)	pH _u Ad, pH _u BF, % muscle (4,053) (3,766) (-0,163)	0,568	% de muscle, pH _u Ad, temps d'imbibition (-0,435) (0,692) (0,030)	0,631

(1) R : coefficient de corrélation multiple

(2) entre parenthèses, coefficients de chaque variable dans l'équation de prédiction à 3 variables

DISCUSSION

Les résultats relatifs au jambon cuit sont tout à fait classiques. Le niveau des corrélations observées entre les pH ou l'IQV, d'une part, et les rendements de cuisson et technologique, d'autre part, est relativement faible par rapport à celui qui a pu être trouvé par JACQUET et OLLIVIER (1971), JACQUET et al (1984) et GUEBLEZ et al (1990). Il apparaît cependant une fois de plus que le pouvoir prédictif du pH est pratiquement équivalent à celui de l'IQV pour le rendement technologique. Ceci confirme que la mesure du pH constitue actuellement le critère de qualité le mieux adapté, de par sa précision et sa simplicité, aux conditions d'une pratique industrielle où l'information recherchée concerne avant tout les rendements de fabrication.

La littérature offre beaucoup moins d'éléments de comparaison en ce qui concerne les résultats relatifs au jambon sec. POMA (1991) a rapporté les résultats de 2 expériences portant chacune sur plusieurs centaines d'échantillons. Dans la première expérience, les liaisons observées entre des critères de qualité technologique, tels que pH et couleur (appréciation subjective), et les pertes de poids en fabrication étaient beaucoup plus étroites que celles trouvées dans la présente étude (de l'ordre de 0,5-0,6) ; les seuls résultats comparables entre les deux

études concernent la relation entre réflectance et rendement "intermédiaire". Assez curieusement, le pouvoir prédictif de l'IQV était plus faible que celui du pH ou de la couleur pris séparément. Les résultats de la seconde expérience étaient très proches des nôtres, puisque les coefficients de corrélation entre pH ou IQV et rendement global variaient de 0,16 à 0,33. Pour un produit, le jambon de Parme, certes différent par le poids, mais issu d'une technologie comparable à celle utilisée dans la présente étude, RUSSO et al (1991) n'ont pas trouvé de corrélation significative entre les pH ultimes mesurés sur les muscles Biceps femoris et Semimembranosus et le rendement global de la fabrication ; les valeurs des corrélations n'étaient pas précisées, mais étaient en tout état de cause inférieures à 0,16 compte tenu de l'effectif étudié (n = 158).

Il est intéressant de noter que, pour la fabrication du jambon sec, la qualité technologique de la viande, telle qu'appréciée par les critères classiques de pH, de couleur et de pouvoir de rétention d'eau, n'influence la perte de poids que pendant la période de salage et repos. La perte au cours du séchage proprement dit apparaît indépendante de cette qualité. Toutefois, la perte au séchage est significativement liée à d'autres critères de qualité technologique, tels que le rendement à la cuisson et le rendement technologique de la fabrication du jambon cuit. Il apparaît donc que la perte au séchage et, pour partie, la perte

à la cuisson dépendent de facteurs communs indépendants du pH et des caractéristiques qui sont directement liées à celui-ci.

La liaison négative assez marquée entre le rendement anatomique ou le taux de muscle de la carcasse et les divers rendements de la fabrication du jambon sec s'explique assez facilement. D'une part, il est vraisemblable que le tissu maigre, beaucoup plus riche en eau, perd plus de poids que le tissu gras pendant la fabrication du jambon sec : les jambons les plus gras perdent donc moins de poids. D'autre part, on peut supposer que la couverture adipeuse s'oppose aux pertes d'eau, et que cet effet augmente avec l'épaisseur de cette couverture. Une liaison négative, cependant moins marquée qu'ici, a été trouvée par POMA (1991) entre l'épaisseur du gras de couverture du jambon et les pertes de poids en fabrication.

CONCLUSION

Il n'y a pas de liaison entre les rendements globaux de transformation du jambon de porc en jambon cuit et en jambon sec. Ces rendements dépendent en effet, en grande partie, de caractéristiques différentes de la matière première. Le rendement global de la transformation en jambon cuit est influencé d'abord par la composition anatomique, puis par le pH. Le rendement

global de la transformation en jambon sec dépend également de la composition anatomique, mais surtout de la perte de poids durant le séchage, laquelle est indépendante du pH. Ce dernier caractère n'a pas la même signification pour les deux modes de transformation : il constitue un prédicteur intéressant du rendement technologique dans le cas du jambon cuit, alors qu'il représente surtout un indicateur du risque de putréfaction (associé à un pH trop élevé) dans le cas du jambon sec. Les résultats de cette étude font ressortir qu'à l'exception très notable du taux de muscle, nous manquons de prédicteurs du rendement de transformation en jambon sec, et soulignent la nécessité de développer des recherches en vue d'identifier, parmi les caractéristiques qualitatives du tissu maigre, et peut-être du tissu gras, celles qui interviennent de façon significative dans la détermination de ce rendement.

REMERCIEMENTS

Nous remercions P. DANDO et Y. HOUIX qui, à l'époque où a été conduite cette expérimentation, étaient responsables respectivement de l'élevage INRA d'Avord et de la Station de contrôle de descendance du Transloy. Les données de l'étude ont été recueillies dans le cadre d'une Action Thématique Programmée de l'INRA ("ATP Qualités des Viandes Porcines").

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- GUÉBLEZ R., LE MAITRE C., JACQUET B., ZERT P., 1990. Journées Rech. Porcine en France, 22, 89-96.
- JACQUET B., OLLIVIER L., 1971. Journées Rech. Porcine en France, 3, 23-34.
- JACQUET B., SELLIER P., RUNAVOT J.P., BRAULT D., HOUIX Y., PERROCHEAU C., GOGUÉ J., BOULARD J., 1984. Journées Rech. Porcine en France, 16, 49-58.
- OLLIVIER L., 1970. Ann. Génét. Sél. anim., 2, 311-324.
- POMA J.P., 1991. V. P. C., 12(3), 67-73.
- RUSSO V., NANNI COSTA L., LO FIEGO D.P., DE GROSSI A., 1991. Proceed. 37th Int. Congress Meat Science Technology, 2, 926-929.
- SELLIER P., MONIN G., HOUIX Y., DANDO P., 1984. Journées Rech. Porcine en France, 16, 65-74.