

M/4

FABRICATION DU JAMBON DE PARIS  
PAR SAUMURAGE AVANT RIGOR MORTIS

R. GOUTEFONGEA et Colette SCHIMANN

Station de Recherches sur la Viande  
I.N.R.A. - THEIX  
63110 BEAUMONT

Il est bien établi que le rendement technologique du jambon de Paris est sous la dépendance étroite des caractéristiques physicochimiques de la viande avant transformation. Ces caractéristiques, qui constituent des critères de qualité de la viande, sont essentiellement déterminées par les conditions d'établissement de la rigor mortis après la mort et en particulier par la rapidité de la glycolyse post mortem.

De nombreux travaux ont en effet montré que la caractéristique biochimique essentielle des muscles de porcs exsudatifs, qui montrent une coloration pâle et un pouvoir de rétention d'eau faible, était la vitesse élevée de la chute de pH post mortem, consécutive à une glycolyse particulièrement rapide : ces viandes atteignent donc en très peu de temps après l'abattage, un pH bas, alors que la température musculaire, qui a d'ailleurs tendance, en raison de l'intensité et de la rapidité de la glycolyse, à être supérieure à la normale, est encore élevée. BENDALL et WISMER-PEDERSEN (1962) ont les premiers émis l'hypothèse que cette conjonction pH bas-température élevée avait des conséquences néfastes sur les propriétés des protéines musculaires et, par suite, sur les caractéristiques physiologiques de la viande. Des études ultérieures ont montré que, effectivement, le pH et la température existant dans le muscle au cours de l'établissement de la rigor mortis avaient une influence sur les propriétés de la myoglobine et des protéines sarcoplasmiques et myofibrillaires (Mc LOUGHLIN et GOLDSPINK, 1963 ; CHARPENTIER, 1969 ; GOUTEFONGEA, 1971), agissant par là sur la couleur et le pouvoir de rétention d'eau de la viande.

Une solution possible pour pallier ces défauts consisterait à éviter que la conjonction pH bas-température élevée puisse se réaliser dans le muscle en soumettant les carcasses de porcs à une réfrigération rapide après abattage. Un tel traitement devrait agir à la fois sur les deux facteurs en cause, en abaissant la température musculaire d'une part, et en diminuant la vitesse de chute du pH d'autre part.

Les premiers essais réalisés dans cette voie (CHARPENTIER, 1969) montrent que l'action de la réfrigération rapide se heurte aux limites de la vitesse de pénétration du froid dans les masses musculaires et qu'une certaine efficacité ne peut être atteinte que pour des muscles superficiels. Des résultats plus récents (non publiés) nous ont montré qu'en soumettant les carcasses à un courant d'air à  $-60^{\circ}\text{C}$  pendant 20 minutes très rapidement après l'abattage (30 minutes post mortem) il était possible d'obtenir une amélioration limitée mais hautement significative du pouvoir de rétention d'eau de la viande ; cette amélioration ne se traduisait cependant pas au niveau du rendement technologique des jambons, qui n'était pas augmenté de façon significative. De même, TAYLOR et DANT (1971) obtiennent une amélioration du pouvoir de rétention d'eau en plaçant les carcasses, 30 minutes post mortem, à  $0^{\circ}\text{C}$  pendant 24 heures.

A la suite de ces différents résultats, nous avons entrepris d'étudier l'influence d'un saumurage réalisé rapidement après l'abattage, en utilisant une saumure à basse température, sur les rendements technologiques et de cuisson du jambon de Paris, ainsi que sur certaines caractéristiques du produit fini. Nous pensons ainsi réaliser un abaissement de température musculaire relativement rapide et bénéficier simultanément d'une meilleure diffusion de la saumure comme l'ont montré HENRICKSON et al., 1969.

## I - MATERIEL ET METHODES

### 1 - Matériel animal

L'expérimentation a porté sur 40 porcs de race Large White pesant environ 100 kg au moment de l'abattage qui était réalisé de façon classique par électronarcose suivie de la saignée, de l'échaudage, de l'éviscération et de la fente de la carcasse.

### 2 - Traitement

Aussitôt après la fente, le jambon gauche était prélevé, découenné et dégraissé, et recevait une injection de 15 % de son poids paré d'une saumure composée ainsi : eau 100 l ; sel nitrité à 0,6 % : 15 kg, Nitrate de Na 0,15 kg, saccharose 1,5 kg. La saumure était préalablement réfrigérée de sorte qu'au moment de l'injection, la température soit comprise entre  $-9^{\circ}\text{C}$  et  $-11^{\circ}\text{C}$ .

L'injection était terminée 30 mn après la saignée. Le jambon injecté était ensuite immergé dans une saumure de même composition à  $+1^{\circ}\text{C}$  et y séjournait 40 heures. A la sortie du saumurage, le jambon était

égoutté pendant 1 heure, désossé, mis en moule et cuit dans une étuve ATMOS 800 jusqu'à ce que la température à coeur atteigne 65°. Après cuisson, le moule était pressé à 220 g/cm<sup>2</sup> et mis en chambre froide à + 1° pendant 48 heures.

Les demi-carcasses droites étaient mises en chambre froide à + 6° 45 mn après l'abattage. 24 heures après, le jambon droit était prélevé, et traité de la même façon que le gauche avec une saumure identique, mais à la température de + 4°, tant pour l'injection que pour l'immersion. Les opérations suivantes étaient identiques à celles pratiquées sur le jambon gauche.

Consécutivement au prélèvement du jambon droit, les déterminations du pH, de la coloration et du pouvoir de rétention d'eau étaient réalisées sur un échantillon de muscle Rectus femoris.

Après 48 h. de stockage en moules à + 1°C, les jambons étaient démoulés et des échantillons prélevés pour les déterminations de :

- Teneur en matières sèches
- Teneur en chlorures
- Teneur en nitrite
- Teneur en pigments totaux et nitrosopigments et calcul

du pourcentage de conversion

- Tenue de tranche

### 3 - Méthodes d'analyses

#### a - Rendements

Les pesées réalisées aux différents stades de la transformation permettaient de déterminer les rendements ainsi définis

Rendement technologique :  $\frac{\text{Poids au démoulage}}{\text{Poids frais - poids (couenne + gras + os + déchets)}}$

Rendement en cuisson :  $\frac{\text{Poids au démoulage}}{\text{poids mis en moule}}$

#### b - Déterminations physicochimiques

- pH : mesuré à l'aide d'un pHmètre EIL 30 C muni d'une électrode combinée

- Pouvoir de rétention d'eau : déterminé par la méthode de pression (GOUTEFONGEA, 1966) exprimant le pourcentage d'eau libre.

% eau libre :  $\frac{\text{Poids initial} - \text{poids final}}{\text{Poids initial}} \times 100$

- Couleur : mesure du pourcentage de réflexion à 525 mμ au moyen d'un réflectomètre MANUFLEX II dérivé de CHARPENTIER-VERGE (1967).

c - Déterminations chimiques

- Teneur en matières sèches : passage à l'étuve à 102° pendant 48 heures.

- Teneur en chlorures : traitement de 10 g de broyat par 100 ml d'eau bouillante suivi de déprotéinisation par ferrocyanure de potassium et acétate de zinc. Filtration.

Le dosage des chlorures est effectué dans le filtrat par méthode potentiométrique en milieu acide avec une électrode  $Ag/AgCl$  en utilisant une chaîne de titration Radiometer pHm 26-TTT11 - ABU 1 - SBR2. Les résultats sont exprimés en mg de NaCl par g de produit.

- Teneur en Nitrite : traitement de 10 g de broyat par 100 à 150 ml d'eau bouillante ; adjonction de 5 ml de solution de Borax saturée pour tamponner le milieu. Porter 30 mm au bain marie bouillant pour précipiter les protéines, compléter la déprotéinisation par ferrocyanure de potassium et acétate de zinc.

Après filtration, le dosage des nitrites est effectué par la méthode de Griess (1879) légèrement modifiée. (Remplacement du chlorure d' $\alpha$  naphthylamine par le chlorure d' $\alpha$  naphthyléthylène diamine)

Les résultats sont exprimés en ppm de nitrite.

- Teneur en pigments totaux : méthode d'Hornsey (1956) par extraction à l'acétone et transformation du pigment en chlorure d'hématine par HCl et détermination de la densité optique à 512 m $\mu$

- Teneur en Nitrosopigments : méthode d'Hornsey (1956). Extraction par une solution acétonique à 80 % et détermination de la densité optique à 540 m $\mu$ .

d - Tenue de tranche

Sur une tranche de jambon de 2,5 mm d'épaisseur, on découpe un rectangle de 2 x 3 cm de sorte que la ligne de séparation entre le muscle Rectus femoris et le muscle Vastus lateralis soit au milieu de l'échantillon. Chacune des extrémités de l'échantillon est munie d'une pince et il est alors disposé verticalement, une pince étant fixée à un support, l'autre un tube à essai dans lequel on verse du mercure contenu dans une burette graduée directement en g de mercure. Le mercure est ajouté dans le tube jusqu'à rupture au niveau de la jonction entre les deux muscles et la tenue de tranche mesurée par le poids nécessaire à cette rupture.

## II - RESULTATS - DISCUSSION

Pour les critères considérés, à savoir, rendement en cuisson, rendement technologique, teneurs en chlorures, nitrite, matières sèches, pourcentage de conversion et tenue de tranche, les résultats ont été analysés par la méthode des couples. Le tableau I regroupe les résultats obtenus en mentionnant les valeurs moyennes pour chaque traitement, les différences (signe + dans le cas d'une supériorité du traitement ante rigor, signe - dans le cas contraire), les valeurs de t la signification des différences entre les deux traitements.

Il apparaît ainsi que le rendement à la cuisson et le rendement technologique sont nettement améliorés par la technique de saumurage ante rigor utilisée. Les différences sont significatives pour  $P = 0,001$ . Bien qu'il n'ait pas été possible, techniquement, de mesurer l'importance de l'abaissement de température dû à l'injection de saumure à température négative, on peut considérer, au vu de ces résultats, qu'il a été suffisamment net et rapide pour que les propriétés des protéines soient préservées, au moins partiellement.

La teneur en matières sèches est légèrement plus faible dans les jambons ayant subi le traitement ante rigor ; mais bien que la différence soit significative pour  $P = 0,01$ , son amplitude est limitée (0,65 %) et certainement peu appréciable pour le consommateur. Elle est également suffisamment faible pour ne pas modifier l'HPD de façon à lui faire dépasser les limites légales.

Les teneurs en chlorures et en nitrites sont supérieures dans les jambons traités. (Différences significatives pour  $P = 0,001$ ). Cependant, en ce qui concerne les chlorures les valeurs moyennes correspondent à des degrés de salinité tout à fait normaux, et la différence observée entre les deux traitements est probablement peu perceptible sinon imperceptible au goût. En ce qui concerne les nitrites, bien que les jambons traités aient une teneur supérieure de 25 % aux témoins, cette teneur (50 ppm) reste dans un domaine très inférieur à la limite supérieure légale.

Enfin, le pourcentage de conversion et la tenue de tranche ne montrent pas de différences significatives entre les deux traitements.

Globalement, on peut donc constater que le saumurage ante rigor mortis, à basse température, améliore le rendement en cuisson et le rendement technologique sans altérer la qualité du produit fini.

La qualité de la viande des jambons utilisés, appréciée par les

déterminations de pH, pouvoir de rétention d'eau et couleur effectuées sur le muscle Biceps femoris des jambons droits 24 h. après l'abattage, est très variée, puisque le pH varie de 5,45 à 5,90, le pouvoir de rétention d'eau de 14,0 % à 37,3 % (exprimé en eau libre) et la couleur de 22,0 % à 89,2 % (pourcentage de réflexion à 525 m $\mu$ ). Aussi nous avons estimé nécessaire d'étudier si l'amélioration obtenue au niveau des rendements de même que les différences de teneur en matières sèches, en chlorures et en nitrite, étaient reliées à la qualité initiale de la viande, la façon à voir si l'efficacité du traitement était plus ou moins marquée selon la qualité de la viande. Pour cette étude, nous avons calculé les différents coefficients de corrélation, ainsi que les coefficients a et b des droites de régression, entre les écarts observés et les critères de qualité de la viande. Le tableau II rassemble ces résultats.

Les coefficients de corrélation entre le pH et les différences dues au traitement sont faibles et non significatifs. Il n'y a donc aucune relation entre le pH de la viande et l'influence du saumurage ante mortem.

En ce qui concerne le pouvoir de rétention d'eau, nous observons que si les coefficients de corrélation ne sont pas significatifs, leurs valeurs sont supérieures à 0,2 pour les différences de rendements à la cuisson et technologique et pratiquement égale à - 0,3 pour la différence de teneur en matières sèches ; ils peuvent donc être considérés comme indiquant une certaine tendance à l'amélioration préférentielle des rendements des jambons à pouvoir de rétention d'eau déficient ainsi qu'à la réduction de la teneur en matières sèches de ceux-ci. La même tendance, plus marquée, est mise en évidence pour la couleur puisque les coefficients de corrélation entre ce paramètre et les différences considérées sont significatifs et de valeurs relativement plus élevées que pour le pouvoir de rétention d'eau. Les jambons dont la viande a une coloration pâle bénéficient donc, par le traitement utilisé, d'une augmentation de rendements plus importante que ceux dont la coloration initiale est foncée.

Enfin, aucune relation ne peut être mise en évidence entre les critères de qualité de la viande et les différences de teneurs en chlorures et nitrites.

## CONCLUSION

Cette étude nous montre que dans le cas du jambon, il est possible, par injection en état de prérigor d'une saumure à basse température, d'abaisser suffisamment la température musculaire pour éviter des conditions simultanées de bas pH et de température élevée et par là, de conserver au moins partiellement intactes les propriétés des protéines musculaires. Il s'ensuit une amélioration substantielle du rendement à la cuisson et du rendement technologique du jambon de Paris, sans perturbation notable des autres caractéristiques du produit, amélioration ayant tendance à porter particulièrement sur les jambons ayant une qualité de viande inférieure. Il reste à étudier les possibilités d'applications pratiques de cette technique, qui devrait être réalisable dans la mesure où le contrôle sanitaire est effectué rapidement après l'abattage.

Ce travail a été réalisé avec la collaboration technique de Nicole VIZET, J.F. GARDETTE et R. DAUZAT.

## RESUME

----

Le but de ce travail était d'étudier les possibilités d'amélioration du rendement technologique du jambon de Paris en pratiquant l'injection d'une saumure à basse température pendant la période de prérigor.

L'expérience a porté sur 40 porcs de race Large White d'un poids vif de 100 kg. Le jambon gauche était séparé de la carcasse 30 mn après l'abattage et injecté avec une saumure à - 10°. Le jambon droit était traité de façon classique 24 heures post mortem.

Les rendements à la cuisson et technologiques sont augmentés respectivement de 3,5 % et de 3,7 % par le traitement et ces différences sont significatives à  $P = 0,001$ .

La teneur en matières sèches est légèrement diminuée par le traitement, alors que les teneurs en chlorures et en nitrites, sont augmentées de façon notable sans que cette augmentation ne puisse avoir des répercussions sensibles sur la qualité du produit. L'influence du traitement est plus marquée sur les viandes ayant initialement une couleur pâle et un pouvoir de rétention faible.

## SUMMARY

-----

The aim of this work was to study the possibilities of a technological yield improvement of Paris ham, by means of brine injection at low temperature in the pre rigor state.

Forty pigs (Large White breed) with about 100 kg live weight, were used in the experiment.

Left ham was cut from the carcass 30 minutes post mortem and injected with a brine at  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Right ham was treated by classical method 24 hours post mortem.

Cooking and technological yields were increased by the treatment and the differences were significant to  $P = 0,001$ . The level of dry matter is slightly lowered by treatment, when chlorides and nitrites amounts raised without any noticeable modification about product quality.

The yield improvements were larger with pale and low water holding capacity meat.

## ZUSAMMENFASSUNG

Durch eine Pökelspritze, bei Tieftemperatur und vor Rigor mortis haben wir die Verbesserungsmöglichkeit am technologischen Ausbeute des Kochschinkens geprüft.

- 40 Schweine (Large-White), 100 kg schwer, sind für das Experiment benutzt worden. Der linke Schinken war nach 30 Minuten post mortem abgetrennt und mit Pökel bei  $-10^{\circ}\text{C}$  eingespritzt.

Der rechte Schinken war, durch die klassische Methode 24 Stunden post mortem behandelt.

- Die Koch- und technologische Ausbeuten sind durch die Behandlung erhöht und der Unterschied ist bedeutend ( $P=0,001$ ). Durch die Behandlung ist der Inhalt an Trochenstoff leicht vermindert, und die Inhalte an Salz und Nitrit, ohne merkbare Veränderung der Produktqualität erhält. Die Ausbeuteverbesserungen sind grösser mit blassem Fleisch dessen Wasserbindungsfähigkeit schlechter ist.

T A B L E A U I

INFLUENCE DU SAUMURAGE *ANTE RIGOR* SUR LE RENDEMENT A LA CUISSON, LE RENDEMENT TECHNOLOGIQUE, LES TENEURS EN MATIERES SECHES, CHLORURES, NITRITE, LE POURCENTAGE DE CONVERSION ET LA TENUE DE TRANCHE.

	RENDEMENT CUISSON %	RENDEMENT TECHNOLOGIQUE %	TENEUR EN MATIERES SECHES %	TENEUR EN CHLORURES mg/g	TENEUR EN NITRITE ppm	POURCENTAGE CONVERSION %	TENUE DE TRANCHE g
SAUMURAGE <i>ANTE RIGOR</i>	73,78	85,31	32,66	27,20	50,47	63,5	41,4
SAUMURAGE <i>POST RIGOR</i>	70,29	81,66	33,31	24,44	38,68	62,6	34,5
DIFFERENCE	+ 3,49	+ 3,65	- 0,65	+ 2,76	+ 11,79	+ 0,9	+ 6,9
VALEUR DE †	8,19	7,76	5,49	5,88	7,21	0,63	0,87
SIGNIFICATION DES DIFFERENCES	SSS	SSS	SS	SSS	SSS	NS	NS

Pour 40 données, valeurs de † pour P = 0,001 : † = 3,55  
 P = 0,01 : † = 2,70  
 P = 0,05 : † = 2,02

NS : Non significatif  
 S : Significatif à P = 0,05  
 SS : Significatif à P = 0,01  
 SSS : Significatif à P = 0,001

T A B L E A U II

COEFFICIENTS DE CORRELATION ET COEFFICIENTS a ET b DES DROITES DE REGRESSION, ENTRE LES CRITERES DE QUALITE DE LA VIANDE ET LES DIFFERENCES ( $\Delta$ ) DE RENDEMENTS ET DE TENEURS EN CHLORURES, NITRITES, MATIERES SECHES.

	$\Delta$ RENDEMENT CUISSON	$\Delta$ RENDEMENT TECHNOLOGIQUE	$\Delta$ TENEUR EN CHLORURES	$\Delta$ TENEUR EN NITRITES	$\Delta$ TENEUR EN MATIERES SECHES
pH	a = - 0,002 b = 5,661 r = - 0,045 NS	a = 0,000 b = 5,654 r = 0,006 NS	a = 0,002 b = 5,649 r = 0,051 NS	a = - 0,001 b = 5,669 r = - 0,113 NS	a = 0,005 b = 5,658 r = 0,058 NS
Pouvoir de rétention d'eau	a = 0,306 b = 23,294 r = 0,208 NS	a = 0,285 b = 23,296 r = 0,219 NS	a = 0,105 b = 24,066 r = 0,079 NS	a = 0,050 b = 23,760 r = 0,132 NS	a = - 0,917 b = 23,753 r = - 0,298 NS
Couleur	a = 3,430 b = 43,430 r = 0,543 SS	a = 2,309 b = 46,739 r = 0,414 SS	a = - 0,490 b = 56,642 r = - 0,086 NS	a = - 0,221 b = 57,903 r = - 0,135 NS	a = - 5,413 b = 51,759 r = - 0,409 SS

NS = non significatif

SS = significatif pour P = 0,01

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

-----

- BENDALL J.R. et WISMER-PEDERSEN J., 1962 J. Food Sci., 27, 144-158.
- CHARPENTIER J. et VERGE J., 1967 XIIIe European Meeting of Meat Research Institute - ROTTERDAM - 1967.
- CHARPENTIER J., 1969 a Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys., 9, 101-110.
- CHARPENTIER J., 1969 b Communication personnelle.
- GOLDSPINK G., Mc LOUGHLIN J.V., 1964 Irish J. Agric. Res., 3, 9-16.
- GOUTEFONGEA R., 1966 Ann. Zootech., 15, 291-295.
- GOUTEFONGEA R., 1971 Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys., 11, 233-244.
- GRIESS P., 1879 Ber. Deut. Chem. Ges., 12, 426.
- HENRICKSON R.L., PARR A.F., CAGLE E.D., ARGANOSA F.C., JOHNSON R.G., 1969 XVe European Meeting of Meat Research Workers - HELSINKI - 1969.
- HORNSEY, 1956 J. Sci. Food Agric., 7, 534.
- TAYLOR A.A., DANT S.J., 1971 J. Fd. Technol., 6, 131-139.