

INFLUENCE DU pH ULTIME ET DES TEMPÉRATURES DE CONSERVATION SUR DIVERSES COMPOSANTES QUALITATIVES DES CÔTES DE PORC CONDITIONNÉES EN BARQUETTES

D. PINOCHET (1)*, Marie-Dominique HERICHER (2), R. KERISIT (1)

(1) Institut Technique du Porc, BP 3, 35650 LE RHEU.

(2) Centre Technique de la Salaison, de la Charcuterie et des Conserves de Viandes - E.N.V.
7, Avenue du Général de Gaulle - 94700 MAISONS ALFORT.

I - INTRODUCTION

De nombreuses études ont été réalisées sur la qualité des viandes de porcs dans le but de répondre aux besoins de la salaison. Il s'agissait essentiellement de mesurer l'importance des pertes à la cuisson lors de la transformation du jambon en Jambon de Paris. C'est ainsi qu'a été définie la notion de qualité technologique dont le critère fondamental d'appréciation sur la viande fraîche est le pH mesuré le lendemain de l'abattage. Par contre, il y a eu très peu de recherches sur le comportement en barquette des viandes de porc (côtes ou rôtis). Pourtant, il faut savoir que 32 % de la viande de porc est consommée en frais. D'autre part les formes modernes de distribution réalisent 56,4 % (1986) de la commercialisation de la viande de porc. Cela nécessite une adaptation de la part des centres d'abattage et de découpe pour répondre à de nouvelles exigences en matière de qualité.

Les aspects qualitatifs de la viande fraîche recouvrent différentes notions pour le distributeur et le consommateur, à savoir :

- une bonne présentation ou état de fraîcheur, c'est-à-dire une bonne couleur, une tenu ferme et l'absence d'exsudat ;
- une bonne qualité hygiénique, c'est-à-dire une faible contamination microbienne ;
- une bonne aptitude à retenir l'eau de constitution au moment de la cuisson.

A la demande de la Direction de la Production et des Echanges du Ministère de l'Agriculture, l'Institut Technique du Porc et le Centre Technique de la Salaison et de la Charcuterie ont réalisé une expérimentation sur le comportement en barquettes de côtes de porc provenant de longues de différentes qualités technologiques (pH).

II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

L'expérience a porté sur 14 journées d'abattage (1 journée par semaine). Le lendemain du jour d'abattage, 4 longues ont été choisies au hasard dans chacune des trois classes de pH (tableau 1).

— la mesure de pH 24 sur longissimus dorsi a été prise entre la 6^e et la 7^e vertèbre lombaire, à 4 cm de profondeur. L'électrode était du type Ingold Xerolyt ;

— l'appréciation subjective était basée sur la couleur et l'humidité.

TABLEAU 1
DÉFINITION DES DIFFÉRENTES CLASSES DE QUALITÉ

	Classe 1	Classe 2	Classe 3
pH ultime	< 5,5	5,5 à 6,0	≥ 6,1
couleur	pâle	normale	foncée
humidité	marquée	normale	faible

Au total, nous avons effectué selon les variables retenues 12 à 14 séries de prélèvements correspondant à des dates d'abattage différentes, à raison de 4 longues par classe de qualité et par jour de prélèvement (le mercredi de chaque semaine en mai, juin, juillet, août et septembre).

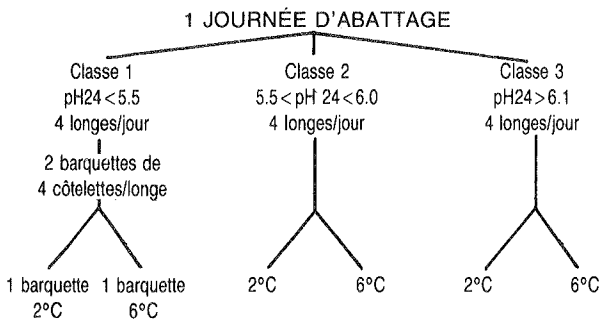
Dans chaque longe, nous avons prélevé huit côtelettes dans le filet et nous les avons conditionnées aussitôt en deux barquettes de quatre côtelettes (barquette en polystyrène expansé sous film PVC étirable). Les barquettes ont ensuite été acheminées de Bretagne au Centre Technique de la Salaison et de la Charcuterie à Maisons-Alfort par camion frigorifique.

Au moment de la réception, c'est-à-dire le lendemain matin de la découpe, les barquettes sont placées durant 24 heures à 6°C dans un linéaire dans les conditions analogues à celle rencontrées dans les grandes surfaces (température et lumière). Par la suite, les deux barquettes d'une même longe ont été placées dans une chambre froide durant trois jours, l'une dans une chambre froide à 2°C et l'autre dans une chambre froide à 6°C. L'objectif était de retrouver des conditions proches de celles rencontrées dans la pratique, à savoir qu'il existe fréquemment un délai de deux à trois jours entre l'achat d'une barquette de côtes de porc et la consommation de ces côtes.

* Stagiaire de l'E.N.I.T.A. de Dijon.

La figure 1 résume le dispositif expérimental.

FIGURE 1
DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL.



2. LES MESURES ET LES ANALYSES EFFECTUÉES

Les mesures ont été réalisées le 6^e jour (J 6) après l'abattage, sauf les mesures de tendreté qui ont été effectuées le 7^e jour (J 7).

2.1. le pH

Pour obtenir le pH moyen d'une barquette à J 6, les mesures ont été prises sur les 4 côtelettes d'une même barquette au même endroit sur le muscle longissimus dorsi.

2.2. la quantité d'exsudat (exprimée en %)

Elle est calculée de la manière suivante :

$$\frac{\text{poids barquette pleine} - \left(\text{poids côtes égouttées} + \text{poids moyen barquette vide} \right)}{\text{poids barquette pleine}} \times 100$$

2.3. les pertes à la cuisson (exprimées en %)

Elles ont été obtenues après une cuisson de 20 minutes à 100°C, en établissant le rapport :

$$\frac{\text{Poids des 4 côtelettes cuites}}{\text{Poids des 4 côtelettes fraîches et égouttées}} \times 100$$

2.4. la couleur

La couleur du muscle long dorsal a été obtenue à l'aide du système de Hunter (colorimètre HUNTERLAB D 25-2 optical sensor) qui utilise les coordonnées L - a - b définies comme suit :

- L mesure la luminosité L = 0 pour la couleur noire
L = 100 pour la couleur blanche
- a mesure l'indice de rouge si a > 0
vert si a < 0
- b mesure l'indice de jaune si b > 0
bleu si b < 0

2.5. l'appréciation subjective de la qualité de la viande

L'appréciation subjective de la qualité de la viande fraîche a été réalisée par un jury de 8 personnes. Elles devaient classer :

- soit un échantillon correspondant aux deux températures de conservation (2°C et 6°C) à l'intérieur d'une même classe de qualité,
- soit un échantillon correspondant aux trois classes de qualité de viande pour une même température de conservation.

Les appréciations portaient sur :

- la couleur
- son homogénéité
- ses caractéristiques (très claire à très foncée)
- l'aspect d'ensemble (d'exécration à excellent).

2.6. les indicateurs de tendreté

La mesure de la tendreté a été réalisée en utilisant l'INSTRON 6022. Cet appareil mesure la résistance de la viande lors d'une compression uniaxiale réalisée par un poinçon de forme cylindrique (diamètre 6.3 mm, V 100 mm/min).

Le test a été effectué sur des côtelettes cuites à 100°C durant 20 minutes. L'échantillon a été comprimé de façon à obtenir une déformation de 80 %. L'instron traduit les résultats sous forme de courbe à partir de plusieurs caractéristiques :

- module : pente de la courbe entre certains points pré-établis (Mod) ;
- forces de compression : pour certains points dont le point crête :
Pr3 : déformation de 40 %
Pr4 : déformation de 60 %
FC : déformation de 80 %
- énergie : énergie de compression à fournir pour atteindre 80 % de déformation (EC)

2.7. l'analyse bactériologique

Dans chaque barquette, il a été prélevé au hasard un morceau de 10 g de muscle du long dorsal. Les ensemencements bactériens ont été réalisés à l'aide d'un ensemenceur spiral. Les comptages ont porté sur les flores suivantes :

Flore mésophile aérobie (F. tot.)	milieu PCA 30°C
Pseudomonas (Pseu)	milieu CFC 22°C
Entérobactéries (Ent)	milieu VRBG 37°C
Coliformes fécaux (Colif)	milieu GD 44°C
Brochetrix (Broch)	milieu TGV5 22°C
Flore lactique (F lact)	milieu MRS 30°C

III - RÉSULTATS

1. L'EFFET DE LA DATE D'ABATTAGE

L'effet du jour d'abattage, et donc de la semaine d'abattage est très hautement significatif pour la totalité des variables étudiées. Il s'agit d'une situation fréquente pour les critères de qualité de viande (influence du manipulateur, variation des conditions de transport...), mais dans le cas présent, la nature même du dispositif où nous avons « privilégié » les extrêmes en est vraisemblablement la cause principale. Notons ici que la faible fréquence des viandes à pH élevé a entraîné une plus grande hétérogénéité de la classe 3 d'une semaine à l'autre.

2. L'IMPORTANCE DE LA QUALITÉ DE LA VIANDE

La qualité de la viande influe de manière très hautement significative sur la totalité des variables étudiées. En effet, on constate que :

- la différence de couleur (tableau 2) apparaît nettement à partir des mesures instrumentales (L, a, b). Les viandes de la classe 1 (bas pH) sont les plus pâles (L moyen = 49.81) tandis que les viandes à pH élevé sont les plus sombres (L moyen = 38.49). Cette différence de couleur entre les classes a été parfaitement mise en évidence par le jury. Après appréciation de l'aspect, il rejette les viandes de la classe 1 au profit de celles de la classe 2 et surtout de la classe 3 ;

TABEAU 2
INFLUENCE DE LA QUALITÉ DE VIANDE ET DES TEMPÉRATURES DE CONSERVATION SUR LA COULEUR, LES PERTES AVANT ET APRÈS CUISSON ET LA TENDRETÉ

Variable	Effet	Classe 1	Classe 2	Classe 3	2°C	6°C	Cl. 1 2°C	Cl. 1 6°C	Cl. 2 2°C	Cl. 2 6°C	Cl. 3 2°C	Cl. 3 6°C
pH côtelette		5.42a	5.78 b	6.38 c	5.88 a	5.85 a	5.44 a	5.41 b	5.79 c	5.76 d	6.40 ce	6.36 e
L		49.81 a	43.97 b	38.49 c	44.20 a	43.98 a	49.54	50.08	44.10	43.85	36.97	38.01
a		7.30 b	7.14 b	7.64 a	8.08 a	6.65 b	8.19	6.42	7.95	6.34	8.09	7.19
b		10.03 a	8.45 b	7.04 c	8.77 a	8.24 b	10.23	9.83	8.67	8.22	7.39	6.68
Exsudat %		2.89 a	0.79 b	0.25 c	1.07 a	1.54 b	2.40 a	3.88 b	0.61 c	0.57 d	0.21 ce	0.28 e
Pertes cuisson %		11.27 a	9.6 b	7.07 c	9.41 a	9.21 a	11.21	11.33	9.87	9.33	7.15	6.98
Pertes totales %		13.83 a	10.32 b	7.30 c	10.37 a	10.59 a	13.33	14.32	10.42	10.21	7.35	7.25
mod2	N/mm ²	1.89 a	1.58 b	1.26 c	1.59 a	1.60 a	1.86	1.95	1.63	1.54	1.27	1.27
pr3	N	5.91 a	5.06 b	4.38 c	4.94 a	5.29 b	5.67	6.15	4.89	5.24	4.26	4.50
pr4	N	12.98 a	11.16 b	9.92 c	10.82 a	11.48 b	12.45	13.50	10.88	11.44	9.12	9.51
F créte	N	23.56 a	20.21 b	15.66 c	19.55 a	20.07 a	22.86	24.26	20.12	20.30	15.67	15.85
EC	J	6.39 a	5.48 b	4.51 c	5.33 a	5.59 a	6.14	6.63	5.30	5.59	4.47	4.56

TABEAU 3
LA CONTAMINATION BACTÉRIENNE [résultats exprimés en Log(x)]

Variable	Effet		Classe 3	2°C	6°C	Cl. 1 2°C	Cl. 1 6°C	Cl. 2 2°C	Cl. 2 6°C	Cl. 3 2°C	Cl. 3 6°C
	Classe 1	Classe 2									
Flore totale	6.25 a	6.63 b	6.93 c	5.90 a	7.32 b	5.63	6.87	5.81 a	7.44	6.28	7.64
Coliformes fécaux	6.37 c	1.80 b	2.07 c	1.26 a	2.23 b	1.08 a	1.66 b	1.20 a	2.40 c	1.50 b	2.65 d
Entérobactéries	3.46 a	4.35 b	4.80 c	3.25 a	5.15 b	2.68 a	4.25 b	3.26 c	5.44 d	3.82 e	5.77 f
Pseudomonas	6.13 a	6.72 b	7.09 c	5.79 a	7.51 b	5.27	6.99	5.81	7.63	6.28	7.80
Brochofrix	5.09 a	5.89 b	5.94 c	5.00 c	6.29 b	4.47	5.92	5.19	6.59	5.32	6.56
Flore lactique	4.17 c	4.90 b	5.21 c	4.16 a	5.36 b	3.77 a	4.56 b	4.22 c	5.58 d	4.49 b	5.93 f

Les estimées portant la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %.

— les quantités d'exsudat obtenues à partir des viandes de la classe 1 (2.89 %) sont nettement plus importantes que celles obtenues à partir des viandes de la classe 2 (0.79 %) et de la classe 3 (0.25 %). Au niveau des pertes enregistrées après cuisson, on retrouve la même hiérarchie. Ces pertes pour la classe 1 à la classe 3 sont respectivement de 13.83 %, 10.32 % et enfin 7.80 %.

— les indicateurs de tendreté (énergie et force de compression) traduisent une résistance plus importante des viandes à bas pH par rapport aux viandes à pH normal et surtout par rapport à celles à pH élevé ;

— l'analyse bactériologique (tableau 3) réalisée le jour de l'ouverture des barquettes, c'est-à-dire à J 6, fait apparaître un ordre inversé. Quelle que soit la flore étudiée, les viandes à bas pH sont les moins contaminées et celles à pH élevé sont les plus contaminées. Les pH bas sont défavorables au développement bactérien.

3. L'IMPORTANCE DES TEMPÉRATURES DE CONSERVATION

Le jury n'a pas décelé de différence de couleur entre les viandes conservées à 2°C et celles conservées à 6°C. La mesure de la luminosité des viandes L ne varie pas non plus entre les deux types de conservation. Par contre, l'indice de rouge a et l'indice de jaune b sont significativement différents (tableau 2).

Au niveau de l'aspect général, le jury rejette catégoriquement les viandes conservées à 6°C, au bénéfice de celles conservées à 2°C.

Les quantités d'exsudat produites à des températures de conservation de 6°C sont légèrement plus importantes (différence significative) que celles produites à 2°C. On n'observe pas de différences de pertes à la cuisson entre les produits issus des deux types de conservation.

Les deux indicateurs de tendreté (Pr 3 et Pr 4) semblent indiquer qu'il existe une résistance légèrement supérieure des viandes conservées à 6°C.

La contamination bactérienne est nettement supérieure dans les barquettes conservées à 6°C. L'analyse de la composition de la flore de contamination montre une prédominance des *Pseudomonas*, germes lipolytiques et protéolytiques. Leur présence s'explique par leur caractère aérobic et leur capacité à se développer aux températures classiques de réfrigération. Aux *Pseudomonas* viennent s'ajouter d'autres germes d'altération (*Brochotrix* et flore lactique) qui vont contribuer à la dénaturation du produit.

La contamination en coliformes fécaux reste faible. Ces germes résistent mal aux températures de conservation.

Les entérobactéries sont composés de plusieurs groupes dont le caractère psychotrophe de certains explique leur forte présence à 6°C.

L'influence de la température de conservation est importante, car une viande conservée à 6°C est de 40 à 100 fois plus polluée qu'une viande à 2°C. Plus particulièrement, la flore totale chez les viandes à pH élevé et conservées à 6°C est proche de 10⁸ germes par gramme. La limite de putréfaction du produit est atteinte (10⁸ - 10⁹) et le consommateur le rejette principalement pour la couleur et l'odeur.

Ces observations mettent en évidence l'importance de la chaîne du froid dans la conservation des produits frais. Il faut absolument éviter toute rupture de froid dès le conditionnement du produit et rechercher une température proche de 0°C.

4. L'INTERACTION QUALITÉ - TEMPÉRATURE

Il existe des écarts importants d'exsudat entre les deux températures de conservation pour les viandes à bas pH. L'exsudation est nettement plus importante à 6°C. Par contre les différences s'estompent lorsque le pH s'élève (tableau 2). L'interaction est également conséquente pour certaines flores bactériennes. Pour les coliformes et la flore lactique, nous constatons un écart de contamination plus important à 6°C qu'à 2°C entre les viandes à bas pH et les autres viandes (tableau 3).

5. L'ANALYSE DES CORRÉLATIONS OBTENUES ENTRE LES DIFFÉRENTS CRITÈRES

L'analyse des corrélations (tableau 4) montre que l'exsudat, les pertes à la cuisson ainsi que les pertes totales sont en grande partie expliquées par la mesure du pH et la couleur de la viande (L luminosité). Le niveau élevé des corrélations peut être partiellement expliqué par le dispositif expérimental qui a privilégié les extrêmes (pH < 5.5 et pH > 6.1). Il faut ajouter que l'on obtient un coefficient de corrélation multiple de 0.81 quand on prend en compte la luminosité et le pH.

TABLEAU 4
CORRÉLATIONS ENTRE LES PRINCIPALES VARIABLES DE pH, DE COULEUR ET LES PERTES

	pH col	exsud	p. cuisson	pertes tot	L	a	b
pH côtelette							
Exsudat %	-0.66						
Pertes cuisson %	-0.78	0.63					
Pertes totales %	-0.81	0.84	0.95				
L	-0.84	0.68	0.71	0.77			
a	0.17	-0.15	-0.02	-0.08	-0.18		
b	-0.83	0.62	0.67	0.72	0.91	-0.04	

Il semble donc intéressant d'envisager un essai de classification des longes à partir d'une mesure de pH 24 et d'une prise en compte de la couleur à l'aide d'un réflectomètre ou d'une échelle de couleurs. Cette échelle de couleurs est utilisée au Danemark, au Canada et au Japon pour le tri des viandes dans les salles de découpe.

IV - DISCUSSION

Nous n'avons pas mesuré la valeur du pH1 sur la chaîne d'abattage pour des raisons pratiques liées à l'outil industriel (difficulté de retenir quelques carcasses la veille de la découpe). Par conséquent, les viandes à bas pH ne peuvent être considérées comme étant uniquement la catégorie des viandes PSE.

Nos observations sur la couleur, obtenues à partir d'un jury ou de façon instrumentale, rejoignent celles de P. SANTORO (1984) qui différenciait les viandes PSE et DFD à l'aide du système L - a - b de la manière suivante :

$$\text{PSE} \quad \left\{ \begin{array}{l} L > 49 \\ a < 8.2 \\ b > 9.5 \end{array} \right. \quad \text{DFD} \quad \left\{ \begin{array}{l} L < 39 \\ a > 9.1 \\ b < 6.9 \end{array} \right.$$

Le consommateur semble préférer une viande plutôt sombre. Il rejette une viande pâle, d'autant que la couleur est associée à la présence d'exsudat dans les barquettes. L'exsudat donne également à la viande un aspect humide. Logiquement, on devrait en tirer les conséquences et mettre en place un système de tri basé sur une échelle de couleur comme par exemple l'échelle japonaise.

L'analyse des pertes totales (exsudat + pertes à la cuisson) montre qu'il existe un écart de près de 7 % entre les viandes à bas pH et celles à pH élevé. On rencontre à ce niveau des écarts très proches de ceux rencontrés en salaison dans la fabrication de jambons cuits sans polyphosphates.

Les indicateurs de tendreté mettent en évidence une plus grande dureté des viandes à bas pH. Cette observation a été confirmée par de nombreux auteurs. Récemment TOURAILLE et MONIN (1984) ont montré que les animaux Landrace Belge produisent une viande plus dure que les animaux de race Large White ou Landrace Français. Cette différence de tendreté était expliquée en partie par une différence de sensibilité à l'halothane. En 1986, MONIN *et al.* mettaient en évidence que la viande d'animaux de race Hampshire (produisant des viandes à bas pH) contenait une quantité d'hydroxyproline plus élevée qui indiquerait une tendance à l'obtention de viandes dures.

Les fabricants de jambon crus connaissent parfaitement les phénomènes d'altération des produits liés aux viandes sombres, c'est-à-dire les viandes à pH élevé. Ces altérations sont essentiellement provoquées par une forte prolifération bactérienne. Par contre la prolifération bactérienne est faible avec des viandes à bas pH. Ce phénomène a été constaté par GILL et NEWTON (1977).

CONCLUSION

Au moment où les ventes de viandes porcines par les formes modernes de distribution continuent à progresser et que les linéaires de viande de porc cotoient ceux de volaille, il est urgent de se poser des questions sur les raisons de la progression de la consommation de viande de volaille et les raisons de la stagnation de la consommation de viande de porc en frais. D'après cette expérimentation, les viandes à bas pH sont rejetées par le consommateur (couleur, exsudat). Ceci montre que les exigences du salaisonnier et du distributeur de viande fraîche sont les mêmes en matière de qualité.

Il existe depuis plusieurs années des techniques très simples (pH, échelle de couleurs) à mettre en place au niveau industriel pour pratiquer un minimum de tris. Par ailleurs, il sera nécessaire de surveiller la bactériologie dans les abattoirs et salles de découpe et d'être intransigeant sur le respect de la chaîne de froid.

Enfin il faut rappeler l'importance du type génétique, des conditions de transport et d'abattage dans l'obtention de viandes à bonne qualité technologique.

De notre aptitude à maîtriser ces facteurs dépendra notre capacité à résister à la pression de la concurrence étrangère et d'une autre filière nationale qui est celle de la volaille.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les responsables et le personnel de l'abattoir COOPERL à Lamballe (22), le personnel du CTSCCV, Monsieur CARLIER et le service bactériologique de l'ENV de Maisons-Alfort, ainsi que Madame LAHELLEC et Monsieur COLIN de la Station Avicole de Ploufragan pour l'aide qu'ils nous ont apportée dans la réalisation de cette étude.

BIBLIOGRAPHIE

- GILL et NEWTON, 1977. *J. App. bacteriol.*, **43**, 189-195.
- MONIN G., 1983. *Journées Rech. Porcine en France*, **15**, 151-176. ITP Ed. Paris.
- MONIN G., TALMANT A., LABORDE D., ZABARI M., SELLIER P., 1986. *Meat Science*, **16**, 307-316.
- TOURAILLE C. et MONIN G., 1984. *Journées Rech. Porcine en France*, **16**, 75-80. ITP Ed. Paris.
- SANTORO P., 1984. L, a, b color value as related to meat quality in pigs proceeding of Scientific Meeting. Vienne.