

68702

ÉTUDE DU pH ULTIME DE DIFFÉRENTS MUSCLES DE LA CARCASSE DE PORCS DE QUATRE SOUCHES

B. SUTY (1), J.-P. MASSON (2), F. DELIGNE (1), J.-M. BUCHET (3), M. LEMOING (2)

(1) FRANCE HYBRIDES - 30, rue Paul-Claudé - 91000 EVRY

(2) I.N.R.A. Laboratoire de Biométrie - 165, rue de St-Brieuc - 35042 RENNES Cedex

(3) Stagiaire à FRANCE HYBRIDES

Depuis quelques années, la « qualité de la viande » de porc constitue un sujet d'actualité. De nombreuses études ont été consacrées à ce phénomène très complexe tant à l'étranger qu'en France, notamment en ce qui concerne les aptitudes technologiques de la viande de porc.

La mesure du pH ultime sur différents muscles de la carcasse reste aujourd'hui le critère le plus utilisé pour tenter d'évaluer ces aptitudes.

Après avoir précisé dans une première partie le moment d'obtention du pH ultime, nous avons étudié, dans une deuxième partie, ce critère pour les quatre souches du schéma FRANCE HYBRIDES.

RECHERCHE DU pH ULTIME DU MUSCLE ADDUCTEUR DE LA CUISSE DU PORC (ADDUCTOR FEMORIS)

INTRODUCTION

Suivant les muscles, le pH ultime présente un coefficient de corrélation variant de 0,53 à 0,63 pour la transformation en jambon de Paris selon la méthode du laboratoire de charcuterie expérimentale du Centre Technique de la Salaison (1) (JACQUET *et al.*, 1984).

Cependant, il est primordial que, lors de la mesure, le pH ait atteint sa valeur ultime, car :

- les coefficients de corrélation entre les différents muscles du jambon et le rendement technologique de la transformation en jambon de Paris tombent en dessous de 0,50 si l'on mesure le pH en fin de chaîne, quelques heures seulement après l'abattage (JACQUET *et al.*, 1984).

- quelle que soit la valeur finale atteinte, la cinétique d'évolution du pH peut présenter de larges variations (GOUTEFONGEA *et al.*, 1978).

(1) Méthode décrite par JACQUET et OLLIVIER, 1971.

Il est sûr que cette valeur ultime est atteinte entre 22 et 24 heures post-mortem. Il nous est apparu extrêmement utile de savoir si elle l'est avant ce délai. En effet, dans les conditions de la pratique (manipulations en abattoir industriel), il est très difficile d'effectuer les mesures 24 heures après l'abattage : les carcasses sont en général déjà découpées ou expédiées.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. LE MATÉRIEL ANIMAL

Les animaux utilisés dans cette étude étaient des produits terminaux mâles castrés et femelles issus de cinq schémas de sélection dont celui de FRANCE HYBRIDES.

2. MESURES ET MÉTHODOLOGIE

— Les animaux ont tous été abattus aux abattoirs de la Société ABERA à Saint-Brice-en-Coglès du 6 au 12 février 1986.

— Le pH du muscle adducteur de la cuisse a été mesuré pour chaque porc à différents temps post-mortem :

3 heures après l'abattage = variable pH 3
 10 heures après l'abattage = variable pH 10
 15 heures après l'abattage = variable pH 15
 22 heures après l'abattage = variable pH 22

La variable pH 22 est considérée comme étant la valeur ultime du pH.

Nous avons retenu 3 heures comme premier temps post mortem de préférence à 1 heure pour être sûrs d'effectuer la mesure en milieu liquide.

— L'expérience a été reproduite pendant 5 jours sur des lots d'environ 80 porcs. Pour des raisons d'ordre pratique, il n'a pas été possible de mesurer le pH chaque jour aux mêmes heures ; en conséquence, seules les mesures des trois journées n° 2, 4 et 5 ont pu être prises en compte lors de l'analyse intra date d'abattage (n = 248 porcs).

— L'appareil utilisé pour les mesures était le pH-mètre KNICK 655 muni d'une électrode INGOLD 406 M.

— L'ensemble du dispositif de l'étude est résumé au tableau 1.

TABLEAU 1
DISPOSITIF DE L'ÉTUDE

Jour n°	Date	Nb de porcs	Mesures						
			pH 3	pH 8	pH 10	pH 12	pH 15	pH 20	pH 22
1	05.02.86	89		x		x		x	
2	06.02.86	88	x		x		x		x
3	10.02.86	80	x		x		x		
4	11.02.86	79	x		x		x		x
5	12.02.86	81	x		x		x		x
		417							

3. ANALYSE STATISTIQUE

L'analyse statistique a été réalisée au laboratoire de Biométrie de l'INRA de Rennes. Les calculs ont été effectués à l'aide de différents modules de la programmation statistique AMANCE 81 (BACHACOU J., MASSON J.-P., MILLER C., 1981).

RÉSULTATS

1. DÉTERMINATION DU pH ULTIME

— Le tableau 2 nous donne la moyenne et l'écart-type dans la population des variables de pH mesurées pour chacune des cinq dates ; le tableau 3 présente ces mêmes informations intra-date d'abattage pour l'ensemble des journées 2, 4 et 5 (1).

TABLEAU 2
VALEUR DU pH MESURÉ A DIFFÉRENTS TEMPS POST-MORTEM
(Moyenne et écart-type dans la population)

JOUR		1	2	3	4	5
EFFECTIF		89	88	80	79	81
pH 3	MOYENNE ÉCART-TYPE		6,19 0,23	6,19 0,27	6,15 0,26	6,32 0,21
pH 8	MOYENNE ÉCART-TYPE	6,14 0,25				
pH 10	MOYENNE ÉCART-TYPE		5,90 0,21	6,00 0,27	6,06 0,34	6,27 0,20
pH 12	MOYENNE ÉCART-TYPE	5,94 0,26				
pH 15	MOYENNE ÉCART-TYPE		5,76 0,20	5,86 0,26	5,94 0,32	6,12 0,23
pH 20	MOYENNE ÉCART-TYPE	5,82 0,26				
pH 22	MOYENNE ÉCART-TYPE		5,75 0,20		5,94 0,35	6,11 0,25

TABLEAU 3
VALEUR DU pH MESURÉ A DIFFÉRENTS TEMPS POST-MORTEM INTRA-DATE
D'ABATTAGE (Dates 2, 4 et 5)
(Moyenne et écart-type dans la population)

EFFECTIF		248
pH 3	MOYENNE ÉCART-TYPE	6,22 0,24
pH 10	MOYENNE ÉCART-TYPE	6,07 0,26
pH 15	MOYENNE ÉCART-TYPE	5,94 0,26
pH 22	MOYENNE ÉCART-TYPE	5,93 0,28

(1) On notera qu'il s'agit bien d'écart-type dans les populations ; les effectifs étant de l'ordre de 80 pour les populations du tableau 2 et de 248 pour le tableau 3.

— L'analyse de la variance prenant en compte le facteur date d'abattage a été effectuée sur les variables différences pH 10-3, pH 15-10, pH 22-15 ; les résultats concernant les moyennes de ces différences sont reportés au tableau 4. Il ressort de ce tableau que la moyenne de la variable pH 22-15 est non significativement différente de 0.

TABLEAU 4
VARIABLES DIFFÉRENCES CONSTRUITES INTRA-DATE D'ABATTAGE
(Dates 2, 4 et 5)
(Moyenne \pm 2 * erreur résiduelle/n [n = effectif])

EFFECTIF	248
pH 10-3	- 0,15 \pm 2 * 0,013
pH 15-10	- 0,14 \pm 2 * 0,009
pH 22-15	- 0,01 \pm 2 * 0,007

— Le calcul des corrélations entre les mesures du pH de l'adducteur à différentes heures post-mortem pour l'ensemble des journées 2, 4 et 5 a été fait intra-date d'abattage (tableau 5). Il est à remarquer que, plus on s'éloigne d'une date, plus la corrélation diminue.

TABLEAU 5
CORRÉLATIONS ENTRE LES VARIABLES INTRA-DATE D'ABATTAGE (1)
(Dates 2, 4 et 5)

pH 3	1,000			
pH 10	0,635	1,000		
pH 15	0,558	0,856	1,000	
pH 22	0,538	0,863	0,915	1,000

(1) 245 degrés de liberté (ddl).

— Conclusion : A l'examen des tableaux 2 à 5, il apparaît nettement que le pH mesuré 15 heures post-mortem peut être considéré comme égal au pH ultime. Par contre, un pH mesuré 10 heures après l'abattage ne correspond pas à ce pH ultime.

2. EFFET DE LA DATE D'ABATTAGE

— Le F de Fisher à 2 et 245 degrés de liberté calculé sur le modèle d'analyse de la variance au facteur date est une bonne mesure de l'effet de ce facteur. Les tableaux 6 et 7 mettent clairement en évidence un effet très important de la date d'abattage sur le pH. Cet effet, déjà marqué 3 heures post-mortem, devient plus important 10, 15 et 22 heures après l'abattage, résultat qui confirme les études précédentes (JACQUET *et al.*, 1984).

— Il est intéressant de constater que, parmi les trois variables construites, seule pH 10-3 est sensible à l'effet de la date d'abattage. L'analyse discriminante linéaire réalisée sur les variables différences apporte comme unique variable discriminante pour le facteur date d'abattage, la variable pH 10-3 (tableaux 8 et 9 - Le F de Fischer pour la première variable discriminante du tableau 9 est à rapprocher de celui concernant la variable pH 10-3 du tableau 6).

TABLEAU 6
EFFET DE LA DATE D'ABATTAGE SUR LES VARIABLES
(Analyse de variance)

Variable	F de Fischer à 2 et 245 ddl et seuil de signification	Écart-type résiduel (245 ddl)
pH 3	10,83 **	0,24
pH 10	44,63 **	0,26
pH 15	42,25 **	0,26
pH 22	37,00 **	0,28
pH 10-3	31,67 **	0,21
pH 15-10	0,77 NS	0,14
pH 22-15	0,08 NS	0,11

NS = P < 0,10 ; * = P < 0,05 ; ** = P < 0,01.

TABLEAU 7
EFFET DE LA DATE D'ABATTAGE SUR LES VARIABLES
(Moyennes relatives à la variable pH 10-3)

Date	Moyenne
2	- 0,29
4	- 0,09
5	- 0,05
Générale	- 0,15

TABLEAU 8
ANALYSE DISCRIMINANTE LINÉAIRE SUR LES VARIABLES DIFFÉRENCES
(Corrélations entre variables discriminantes et initiales au niveau des résidus)

	Variables discriminantes	
	1	2
pH 10-3	0,984	- 0,116
pH 15-10	0,003	0,873
pH 22-15	0,045	0,123

TABLEAU 9
ANALYSE DISCRIMINANTE LINÉAIRE SUR LES VARIABLES DIFFÉRENCES
(Statistique de Fischer sur les variables discriminantes)

Variable discriminante	F de Fischer et signification	Degrés de liberté
1	32,64 **	6
2	1,00 NS	2

NS = P < 0,10 ; * = P < 0,05 ; ** = P < 0,01.

Cela signifie que les profils associés aux quatre variables de base (pH 3, pH 10, pH 15 et pH 22) ne diffèrent que par la période antérieure à 10 heures post-mortem : à partir de ce moment, les courbes d'évolution du pH sont parallèles quelle que soit la date d'abattage.

CONCLUSION

La première partie de cette étude nous a permis de préciser le laps de temps au cours duquel le pH du muscle adducteur de la cuisse de porc (*Adductor femoris*) atteint sa valeur ultime, c'est-à-dire entre 10 et 15 heures post-mortem. Ce résultat n'est pas affecté par la date d'abattage.

Nous préconisons donc une mesure du pH vers 15 à 16 heures post-mortem. Cette mesure qui permet de déterminer effectivement le pH ultime, est réalisable dans les conditions de fonctionnement des abattoirs industriels, les carcasses étant en général encore disponibles à ce moment.

COMPARAISON DES pH ULTIMES DE DIFFÉRENTS MUSCLES DE QUATRE SOUCHES

INTRODUCTION

En France, la race Hampshire a acquis la réputation de donner des viandes à bas pH ultime et de qualité médiocre, en particulier par rapport aux races « blanches » (MONIN *et al.*, 1984). Ces résultats sont en désaccord avec nombre de ceux obtenus à l'étranger, en particulier au Danemark (BARTON-GADE, 1985).

Devant cette contradiction, les responsables de FRANCE HYBRIDES ont voulu comparer les valeurs des pH ultimes de différents muscles des carcasses de porcs des quatre souches composant leur schéma de sélection : Landrace, Large-White, Piétrain et la lignée synthétique « Hampshire ».

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. MATÉRIEL ANIMAL

Cette étude a porté sur un nombre total de 2 214 porcs appartenant à quatre souches et deux sexes (femelles et mâles entiers), provenant des deux élevages de sélection de FRANCE HYBRIDES (tableau 10).

TABLEAU 10
EFFECTIFS DU MATÉRIEL ANIMAL

Souches	Élevage 1		Élevage 2	
	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles
Synthétique Hampshire	171	71		
Landrace	198	99	174	285
Piétrain	130	25		
Large-White	360	108	307	286
TOTAL	859	303	481	571

2. MESURES ET MÉTHODOLOGIE

— Sur chaque porc ont été mesurés les pH de trois muscles 16 heures post-mortem avec un pH mètre KNICK 655 muni d'une électrode INGOLD 406 M :

- un muscle de la longe : Longissimus Dorsi ou Long dorsal (LD)
- deux muscles du jambon : Adductor femoris (AF)
Gluteus medius ou fessier moyen (GM).

Rappelons que cette dernière pièce de découpe d'une carcasse de porc est composée d'un très grand nombre de muscles aux caractéristiques biochimiques et de structure très différentes. La très grande variabilité des valeurs de pH ultime suivant les différents muscles a été mise en évidence à plusieurs reprises (DUMONT *et al.*, 1975, FROYSTEIN 1980) : Pour rendre compte de cette diversité, nous avons choisi un muscle de type « blanc » (Gluteus medius) et un de type « rouge » (Adductor femoris).

— Tous les porcs ont été abattus à l'abattoir d'Orléans en 14 séries d'abattage.

3. ANALYSE STATISTIQUE

— Comme pour la première partie de l'étude, l'analyse statistique a été réalisée au laboratoire de Biométrie de l'INRA de Rennes à l'aide de différents modules de la programmation AMANCE 81.

— Un modèle d'analyse de la variance comportant les effets fixés sexe (2 niveaux), type génétique (4 niveaux), date d'abattage (14 niveaux) et les interactions de premier ordre a été appliqué aux trois variables décrites ci-dessous :

pH AF = mesure du pH ultime du muscle Adductor femoris

pH GM = mesure du pH ultime du muscle Gluteus medius

pH LD = mesure du pH ultime du muscle Longissimus dorsi

Ce modèle a été appliqué sur deux fichiers contenant chacun les animaux issus d'un même élevage.

RÉSULTATS

1. ABSENCE D'INTERACTION

L'effet des interactions entre les différents facteurs est non significatif sur la plupart des variables mesurées (tableau 11). Nous pouvons donc tirer des conclusions globales sur la présence ou l'absence d'effet de tel ou tel facteur et sur la comparaison des moyennes marginales, sauf en ce qui concerne les facteurs sexe et date pour l'élevage 2.

2. LE FACTEUR DATE D'ABATTAGE

Le tableau 11 nous montre un effet très marqué de la date d'abattage. Il influe grandement les valeurs du pH ultime des muscles du jambon et l'incidence des viandes PSE (1) (NIELSEN 1980, KEMPSTER *et al.*, 1984). L'ensemble des conditions d'abattage (durée du jeûne, conditions et durée de transport, conditions climatiques, stockage et manutention des porcs, méthode de tuerie, refroidissement des carcasses...) peuvent expliquer jusqu'à 50 % de la variance du pH ultime (MONIN, 1983).

(1) PSE = Pale, Soft, Exsudative.

TABLEAU 11
pH ULTIME DES TROIS MUSCLES
 (Analyse de la variance)

Variable	Date (D)	Sexe (S)	Race (R)	Interaction D × S	Interaction D × R	Interaction S × R	Écart-type résiduel	Moyenne générale
Élevage 1 : Effectif : 1 162								
pH AF	**	**	**	NS	NS	NS	0,27	6,09
pH GM	**	*	**	NS	NS	NS	0,18	5,61
pH LD	**	NS	**	NS	NS	NS	0,15	5,52
Élevage 2 : Effectif : 1 052								
pH AF	**	NS	NS	**	NS	NS	0,24	6,18
pH GM	**	**	**	**	NS	NS	0,21	5,72
pH LD	**	**	**	**	NS	NS	0,19	5,62

NS = P < 0,10 ; * = P < 0,05 ; ** = P < 0,01.

3. LE FACTEUR SEXE (tableau 12)

— Dans l'élevage 1, l'effet du sexe est inexistant pour le muscle Longissimus dorsi, mais plus important pour les muscles du jambon (en particulier Adductor femoris). Les mâles entiers présentent des valeurs de pH plus élevées.

— A l'inverse, au niveau de l'élevage 2, les femelles ont globalement un pH ultime plus élevé que les mâles entiers pour les muscles Gluteus medius et Longissimus dorsi ; l'effet du sexe n'étant pas significatif pour le muscle Adductor femoris. Mais, ces conclusions sont fausses pour chaque date prise isolément puisque l'interaction Sexe × Date est hautement significative pour les trois muscles ; la hiérarchie des moyennes mâles entiers/femelles étant inversée dans la moitié des cas (tableau 13).

— Les comportements différents dans les deux élevages, notamment la présence de l'interaction Sexe-Date dans le second élevage, viennent confirmer les résultats contradictoires rencontrés au sujet de l'effet du sexe sur le pH ultime dans la bibliographie (MONIN 1983).

TABLEAU 12
 VALEURS DES pH ULTIMES DES TROIS MUSCLES (Moyennes pour les deux sexes) (1)

Élevage 1 - Effectif : 1 162			Élevage 2 - Effectif : 1 052		
Variable	Mâles (n = 859)	Femelles (n = 303)	Variable	Mâles (n = 481)	Femelles (n = 571)
pH AF	6,12	6,05	pH AF	6,20	6,17
pH GM	5,63	5,60	pH GM	5,70	5,75
pH LD	5,52	5,52	pH LD	5,59	5,66

(1) Les écart-types des moyennes ne sont pas présentés car ils sont du même ordre de grandeur, voire inférieurs, à l'arrondi sur la moyenne présentée.

TABEAU 13
VALEURS DES pH ULTIMES DES TROIS MUSCLES (Moyennes de l'interaction sexe-date
Élevage 2 - Effectif = 1 052)

Date	pH AF		pH GM		pH LD	
	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles
1	6,11	6,15	5,57	5,70	5,49	5,58
2	6,04	6,08	5,63	5,74	5,56	5,65
3						
4	6,22	6,19	5,75	5,76	5,62	5,67
5	6,25	6,08	5,81	5,69	5,74	5,64
6						
7		6,17		5,76		5,66
8	6,20	6,06	5,65	5,68	5,55	5,58
9		6,13		5,67		5,60
10	6,34	6,14	5,81	5,71	5,66	5,69
11	6,31	6,23	5,79	5,69	5,71	5,61
12		6,14		5,77		5,65
13	6,04	6,17	5,62	5,75	5,50	5,63
14	6,26	6,16	5,65	5,76	5,56	5,67

4. LE FACTEUR TYPE GÉNÉTIQUE (tableau 14)

L'effet du type génétique est très net dans les deux élevages sur le pH des trois muscles (si l'on excepte le muscle Adductor femoris dans l'élevage 2).

— Dans l'élevage 2, la souche Large-White présente un pH ultime légèrement plus élevé que la souche Landrace pour les muscles Gluteus medius et Longissimus dorsi.

— Dans l'élevage 1, les pH ultimes les plus élevés se rencontrent pour la souche Large-White pour les trois muscles étudiés ; mais il faut insister sur le « bon comportement » de la lignée synthétique « Hampshire » par rapport aux autres souches (Landrace et Piétrain), surtout en ce qui concerne le muscle de la longe, quels que soient le sexe et la date d'abattage (absence d'interaction).

— Enfin, il est très important de souligner que les différences entre souches restent assez faibles car inférieures à 0,1 unité pH.

TABEAU 14
VALEURS DES pH ULTIMES DES TROIS MUSCLES (1)
(Moyennes pour les quatre souches - Comparaison multiple de Duncan)

Élevage 1 - Effectif 1 162					Élevage 2 - Effectif 1 052		
Variable	« Hampshire » (n = 242)	Landrace (n = 297)	Piétrain (n = 155)	Large-White (n = 468)	Variable	Landrace (n = 459)	Large-White (n = 593)
pH AF	6,04 b	6,10 ab	6,04 b	6,15 a	pH AF	6,17 a	6,20 a
pH GM	5,60 b	5,58 b	5,59 b	5,66 a	pH GM	5,70 b	5,75 a
pH LD	5,52 b	5,48 c	5,47 c	5,57 a	pH LD	5,59 b	5,66 a

(1) Les écart-types des moyennes ne sont pas présentés car ils sont du même ordre de grandeur, voire inférieurs, à l'arrondi sur la moyenne présentée.

Les valeurs affectées d'indice différents sont significativement différentes à 1 %.

CONCLUSION

Les résultats de la deuxième partie de cette étude nous permettent d'affirmer que la viande de la lignée synthétique « Hampshire » présente des valeurs de pH ultime comparables (voire supérieures pour la longe) à la viande des souches Landrace et Piétrain.

Si cette constatation est en contradiction avec un certain nombre d'études réalisées en France (SELLIER et JACQUET 1973, MONIN *et al.*, 1984), elle confirme par contre la très bonne réputation et la haute valeur de la viande de race Hampshire à l'étranger au niveau des qualités tant technologiques qu'organoleptiques (BARTON-GADE and BEJERHOLM 1985, HIGGINSON 1985, Rapport 82 de l'Institut Danois de recherche sur la viande, Résultats du test 1984 de contrôle des produits terminaux réalisés à la station de Sempach - Suisse).

BIBLIOGRAPHIE

- ANONYME, 1983. Rapport 1982 de l'Institut danois de recherche sur la viande - TECHNI-PORC, 6.
- ANONYME, 1984. Résultats du test 1984 de contrôle des produits terminaux réalisés à la station de Sempach (Suisse). Der Kleinvieh Züchter (Déc. 85).
- BACHACOU J., MASSON J.P., MILLER C., 1981. Manuel de la programmation statistique AMANCE 81.
- BARTON-GADE P., BEJERHOLM., 1985. Pig Farming Supplement (Déc. 85), 55-57.
- DUMONT B.L., ROY G., 1975. Journées Rech. Porcine en France, 7, 195-202.
- FROYSTEIN T., 1980. Porcine stress and meat quality. Causes and possible solutions to the problems, *In* : Agric. Food Res. Soc., éd. As (Norvège). 75-89.
- GOUTEFONGEA R., GIRARD J.P., JACQUET B., 1978. Journées Rech. Porcine en France, 10, 235-248.
- HIGGINSON S., 1985. Pig Farming (Oct. 85), 35-37.
- JACQUET B., SELLIER P., RUNAVOT J.P., BRAULT D., HOUIX C., PERROCHEAU C., GOGUE J., BOULARD J., 1984. Journées Rech. Porcine en France, 16, 49-58.
- JACQUET B., OLLIVIER L., 1971. Journées Rech. Porcine en France, 3, 23-33.
- KEMPSTER A.J., EVANS D.G., CHADWICK J.P., 1984. Anim. Prod., 39, 455-464.
- MONIN G., Journées Rech. Porcine en France, 15, 151-176.
- MONIN G., GRUAND J., LABORDE D., SELLIER P., 1984. Journées Rech. Porcine en France, 16, 59-64.
- NIELSEN N.J., 1980. Porcine Stress and meat quality. Causes and possible solutions to the problems, 287-297. Agric. Food Res. Soc., éd. As (Norvège).
- SELLIER P., JACQUET B., 1973. Journées Rech. Porcine en France, 5, 173-180.