

La production de jambon cuit supérieur “prétranché et préemballé” connaît une très forte croissance depuis le début des années quatre-vingt-dix. Les salaisoniers observent parallèlement d’un défaut croissant qui n’est détectable qu’après désossage des jambons, et qu’ils nomment “jambon déstructuré” (BALAC et al., 1998). Les muscles touchés ont perdu leur aspect fibreux au profit d’une masse musculaire apparemment sans structure organisée et molle (FRANCK et al., 1999). La couleur est également fortement modifiée : la viande apparaît très pâle et grisâtre. Cette altération se rapprocherait de lésions de type PSE (pâle, molle, exsudative) des muscles profonds du jambon (BALAC et al., 1998; FRANCK et al., 1999). Ce défaut entraîne l’apparition de zones à faible cohésion après cuisson, se traduisant par des pertes importantes (tranches “pommades” trouées ou déchirées) lors du tranchage mécanique des jambons.

Les critères de qualité habituels (pH, couleur,...) mesurés sur la matière première (carcasse ou jambon entier) semblent insuffisants pour détecter de manière précoce et exhaustive les viandes touchées.

Sollicité par les industriels, l’ITP a réalisé en 1998 et 1999, avec le soutien financier de l’OFIVAL, une étude ayant un objectif double :

- établir la fréquence d’apparition de ce défaut dans les conditions normales d’exploitation des entreprises d’abattage de l’Ouest de la France, et en dégager les facteurs de variation ;
- caractériser ce défaut au niveau de la composition biochimique et de l’analyse histologique des tissus musculaires et conjonctifs.

Avertissement :

Cette étude a été précédemment publiée en 2001 aux Journées de la Recherche Porcine en France et dans la revue *Techni-Porc*. Cet article correspond à l’état des connaissances à cette époque et ne tient pas compte des travaux ultérieurs qui seront présentés dans les numéros suivants.

Viandes déstructurées

Plusieurs facteurs de risque sont mis en évidence

Les « jambons déstructurés » sont un important problème pour les salaisoniers. Ce défaut, qui n’est détectable qu’après désossage, se traduit par des pertes conséquentes lors du tranchage. Identifier les facteurs de risque demeure donc un objectif primordial pour la profession.

MINVIELLE B. ⁽¹⁾, HOUIX Y. ⁽¹⁾,
LEBRET B. ⁽²⁾, BOULARD J. ⁽¹⁾, CLOCHEFERT N. ⁽²⁾

⁽¹⁾ ITP - BP 3 - 35 651 LE RHEU CEDEX

⁽²⁾ INRA-AgroCampus - Unité Mixte de Recherches sur le Veau et le Porc - 35 590 SAINT GILLES

LES MUSCLES TOUCHÉS ONT PERDU LEUR ASPECT FIBREUX AU PROFIT D'UNE MASSE MUSCULAIRE MOLLE



LE DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL SOULIGNE LA VARIÉTÉ DES TYPES GÉNÉTIQUES EN FRANCE

De juin 1998 à août 1999, 3 740 jambons (un par porc) ont été observés. Ils provenaient de 44 lots abattus dans cinq abattoirs industriels de l'Ouest de la France, représentant 31 % de l'abattage national. Les lots d'animaux étaient issus de 11 types génétiques différents (3 races pures, 3 types génétiques croisés F1 et 5 produits terminaux), dont les effectifs variaient de 36 à 814 jambons. L'objectif n'était pas de comparer les types génétiques entre eux sur le critère déstructuré, mais de représenter la variété des types génétiques rencontrés en France.

LE CARACTÈRE DÉSTRUCTURÉ EST NOTÉ DE 1 À 4

Pour chaque jambon, le génotype et le sexe de l'animal, le poids de carcasse ainsi que la Teneur en Viande Maigre et ses composantes (épaisseurs de gras G1 et G2, épaisseur de muscle M2) ont été enregistrés.

Le pH ultime (pHu) du muscle *Semimembranosus* était mesuré 48 h *post mortem* sur les carcasses ou sur les jambons entiers avant désossage (pH-mètre Sydel, électrode de pénétration au Xerolyt), selon les procédures décrites par l'ITP (1998).

Après désossage et parage des jambons, le caractère déstructuré était noté par un opérateur unique, en utilisant la grille de BARBRY (BOULARD : communication personnelle), comportant 4 notes :

- 1 - (Bon) : jambon ne présentant pas le défaut déstructuré ;
- 2 - (Moyen+) : le défaut est visible, superficiel, localisé sur le *Semimembranosus*,

3 - (Moyen-) : le *Semimembranosus* est très altéré et le défaut touche d'autres muscles du jambon ;

4 - (Déstructuré) : les muscles du jambon sont déstructurés.

Les jambons notés 3 et 4 seront dénommés "déstructurés" dans la suite du texte.

DES ANALYSES COMPLÉMENTAIRES SONT RÉALISÉES SUR 150 JAMBONS

Parmi les 3 740 jambons étudiés, 150 jambons répartis en 30 séries de 5 jambons (intra-lot d'abattage) ont été soumis à des analyses biochimiques et histologiques complémentaires. Ces séries provenaient de 3 des 5 abattoirs participant à l'étude, et correspondaient à la génétique des trois produits terminaux les plus courants. Chaque série comprenait un jambon de chacune des 5 classes décrites dans le tableau 1, avec un maximum de 5 séries par lot abattu. Cette répartition permettait de distinguer l'effet pH (comparaison des classes 0 et 1) de l'effet déstructuration (comparaison des classes 1 à 4).

Sur chaque jambon ainsi sélectionné, un échantillon d'environ 100 g était prélevé sur la face interne du muscle *Semimembranosus*. Les paramètres de couleur (luminosité L*, chromaticité

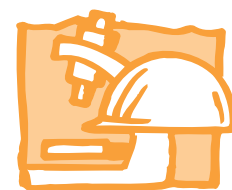
a* et b*) étaient mesurés au moment du prélèvement (chromamètre Minolta CR300), à environ deux centimètres de la surface interne du muscle, les valeurs de L*a*b* retenues correspondant à la moyenne de trois mesures au même endroit. L'échantillon était stocké à 4 °C jusqu'au laboratoire. Un échantillon de muscle destiné aux analyses histologiques était alors prélevé parallèlement à l'axe des fibres musculaires, congelé immédiatement dans de l'isopentane refroidi par de l'azote liquide, puis stocké à -80 °C. Le reste de l'échantillon était broyé, congelé, lyophilisé, puis broyé à nouveau et conservé sous-vide à -20 °C jusqu'aux analyses biochimiques.

La matière sèche a été évaluée par pesée des échantillons réalisée après broyage et avant congélation, et juste après lyophilisation. Les teneurs en protéines (= 6,25 x azote total (DUMAS, AOAC 7024)) et collagène (=7,14 x hydroxyproline (BERGMAN et LOXLEY, 1963)), ainsi que le pourcentage de collagène thermosoluble (HILL, 1966), ont été déterminés. Le potentiel glycolytique a été calculé selon MONIN et SELIER (1985) : $PG = 2 ([\text{glycogène}] + [\text{glucose}] + [\text{glucose-6-phosphate}] + [\text{lactate}])$, après dosage du glucose et glucose-6-phosphate (Glucose HK Roche) et du lactate (Lactate PAP BioMérieux) à l'aide d'un auto-analyseur (Cobas Mira, Roche).

Tableau 1 :
**DES ANALYSES COMPLÉMENTAIRES SONT PRATIQUÉES SUR
150 JAMBONS**

Classe	0	1	2	3	4
Notation	1	1	2	3	4
pH ultime	5,70 < pHu < 5,80		pHu < 5,60		

*Définition des cinq classes de jambons étudiées
(analyses biochimiques et histologiques)*



Des analyses histologiques ont été réalisées sur trente échantillons, soit 6 séries (2 par type génétique) de 5 jambons. Des coupes sériées longitudinales et transversales de 12 mm d'épaisseur ont été effectuées au cryomicrotome à -20 °C, et observées directement au microscope en contraste de phase, ou après coloration à l'Hématoxyline-Eosine (coloration de base pour l'étude du tissu musculaire), ou au rouge Sirius (coloration spécifique du tissu conjonctif).

VARIABLES QUANTITATIVES ET QUALITATIVES DU DÉFAUT

Une analyse de variance (procédure GLM (SAS, 1989)) a été effectuée sur les données quantitatives (poids, TVM et ses composantes, pHu), en incluant comme effets principaux du modèle la note de déstructuration, le sexe, le type génétique, le jour d'abattage et l'abattoir. Les données relatives aux mesures de couleur et à la composition chimique ont également fait l'objet d'une analyse de variance

incluant comme effets principaux la notation du défaut, le génotype et la variable jour-site d'abattage intra génotype. En cas d'effet significatif de la notation, une comparaison multiple de moyennes a été effectuée (test de Tukey).

La répartition de la notation du défaut déstructuré en fonction du sexe, du temps d'attente à l'abattoir et des classes de pH a été analysée par la procédure FREQ et le test du Khi-2 (SAS, 1989).

La régression logistique permet d'étudier le lien entre une variable qualitative, éventuellement ordonnée, et un ensemble de variables quantitatives ou qualitatives (Tenenhaus, 1992). La régression logistique multiple a donc été appliquée à nos données (procédure LOGISTIC, option STEPWISE (SAS®, 1989)). Elle a permis de sélectionner par ordre d'importance les variables explicatives quantitatives ou qualitatives qui influencent significativement la notation du défaut déstructuré.

LE PHÉNOMÈNE DE DÉSTRUCTURATION TOUCHE PRÈS DU TIERS DES JAMBONS OBSERVÉS

Les jambons "déstructurés" (notés 3 et 4) représentent 16,8 %, les proportions variant de 5,6 à 50,9 % selon le type génétique. Les types sexuels sont atteints dans des proportions différentes, les femelles étant plus touchées avec 19,1 % de "déstructurés", contre 13,6 % pour les mâles castrés (tableau 2). L'effet "date d'abattage", rapporté par BALAC et al. (1998), FRANCK et al. (1999, 2000), et AUBRY et al. (2000) a été également observé dans notre étude.

Le pourcentage de jambons "déstructurés" observé est supérieur aux 13,9 % rapportés par BALAC et al. (1998), et aux 8,5 % d'AUBRY et al. (2000), mais est équivalent aux valeurs de 17 et 19 % citées par FRANCK et al. (1999, 2000). La proportion plus importante de jambons "déstructurés" observée chez les femelles dans notre étude est en accord avec les résultats de FRANCK et al. (1999) et AUBRY et al. (2000). Cependant, le sex-ratio est déséquilibré dans notre étude (42 % de mâles), certains types génétiques étant représentés uniquement par des femelles. L'effet du sexe observé pourrait donc s'expliquer ainsi, sachant que dans une autre publication, FRANCK et al. (2000) ne rapportent plus d'influence du sexe sur la déstructuration. L'influence du type génétique n'a pu être interprétée en raison des déséquilibres de sex-ratio et d'effectifs dans certains types.

pH ULTIME, ÉPAISSEUR DE MAIGRE ET DE GRAS, POIDS DE CARCASSES SONT DES INDICATEURS DE RISQUE

Le poids de carcasse diffère significativement selon la note de déstructuration: les jambons notés 4 sont issus de carcasses plus lourdes que les jambons des autres classes, lesquels présentent des poids de carcasse équivalents (tableau 3). Cette observation est en accord avec la relation positive rapportée par BALAC et al. (1998), FRANCK et al. (1999) et AUBRY et al. (2000), entre l'importance de la déstructuration et le poids du jambon. Les épaisseurs de gras dorsal et de muscle varient significativement selon la note de déstructuration. Les jambons indemnes présentent ainsi une épaisseur de gras G2 supérieure à celle des trois autres classes.

**Tableau 2 :
LE PHÉNOMÈNE DE DÉSTRUCTURATION
TOUCHE PRÈS DU TIERS DES JAMBONS ÉTUDIÉS**

Notation	1	2	3	4	Effectif	test Khi-2
Type sexuel	%	%	%	%		***
Mâles castrés	72,7	13,8	8,2	5,4	1577	
Femelles	65,9	15,0	10,8	8,3	2163	
pHu	%	%	%	%		***
< 5,50	40,4	24,8	17,2	17,6	750	
5,50 < pHu < 5,60	54,6	19,6	15,1	10,7	997	
5,60 < pHu < 6,00	85,1	9,0	4,5	1,4	1787	
> 6,00	99,0	0,5	0,5	0	206	
Effectif total	2572	542	362	264	3740	
%	68,7	14,5	9,7	7,1	100	

*** : $p < 0,001$

Répartition des jambons étudiés par note de déstructuration, selon le type sexuel et le pHu

**Tableau 3 :
PLUSIEURS FACTEURS DE RISQUES SONT ANALYSÉS**

Notation	1	2	3	4	Signification classe (1)	Moyenne globale (Écart type)
Poids carcasse (kg)	86,4a	86,2a	87,0a	88,5b	***	86,5 (6,7)
G2 (mm)	15,4a	14,6b	14,5b	14,3b	***	15,1 (3,3)
M2 (mm)	53,4a	54,2b	55,2c	56,8d	***	53,9 (6,2)
TVM	59,9a	60,7b	61,1bc	61,5c	***	60,3 (2,8)
pHu	5,71a	5,55b	5,54bc	5,51c	***	5,65 (0,19)

Sur une même ligne, les moyennes affectées d'une lettre différente sont statistiquement différentes ($p < 0,05$)

(1) *** : $p < 0,001$

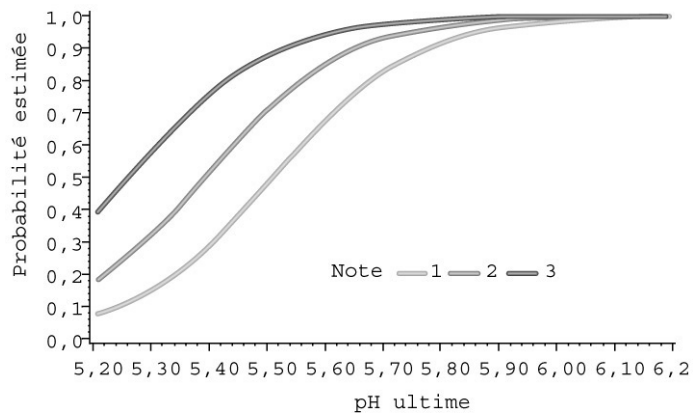
Tableau 4 :
RÉSULTATS DES ANALYSES STATISTIQUES

Modèle		test Khi-2	Comparaison notes observées - notes calculées		
Étape	Variable	variables (1)	Concordance	Discordance	Indécision
1	pHu	***	75,2 %	23,0 %	1,9 %
2	pHu	***	77,6 %	22,2 %	0,2 %
	M2	***			
3	pHu	***	78,2 %	21,6 %	0,2 %
	M2	***			
4	G2	***	78,3 %	21,5 %	0,2 %
	pHu	***			
	M2	***			
	Poids	*			

(1) ***: $p < 0,001$; *: $p < 0,05$

Étapes de sélection des variables qui influencent significativement la notation du défaut

Figure 1 :
30 % DE JAMBONS DÉSTRUCTURÉS POUR UN PHU DE 5,50



Probabilité estimée d'obtention d'une note de déstructuration en fonction du pH du jambon

83 % DES JAMBONS DÉSTRUCTURÉS SONT SITUÉS DANS LES CATÉGORIES DES JAMBONS À pH ULTIME INFÉRIEUR À 5,60

Les analyses de variance et les tests du Khi-2 ont mis en évidence des liens entre la notation du défaut déstructuré et le sexe, le poids, les épaisseurs de gras et de maigre G2 et M2 de la carcasse et le pH ultime, sans pouvoir déterminer leur importance relative.

Grâce à la modélisation par régression logistique multiple, il a été établi que le pHu, M2, G2 et le poids de carcasse sont des variables qui influencent significativement, par ordre décroissant d'importance, la notation du défaut (tableau 4). La concordance entre les notes proposées par ce modèle et la notation subjective des jambons est de 78,3 %, concordance légèrement plus faible que les 85,9 % obtenus par AUBRY et al. (2000) avec un modèle basé sur le pHu, le génotype au locus Hal et le poids brut des jambons. Le pHu apparaît donc comme la variable la plus liée à la déstructuration. Le modèle de régression logistique permet également de calculer la probabilité estimée d'obtention d'une note de déstructuration en fonction des variables contenues dans le modèle. La probabilité estimée d'obtention d'une note de déstructuration en fonction du pH ultime du jambon est ainsi représentée figure 1 : celle-ci est de 30 % de jambons "déstructurés" pour un pHu de 5,50, et passe à 15 % pour un pHu de 5,60.

Inversement, l'épaisseur moyenne de maigre M2 est d'autant plus élevée que le jambon est touché par le défaut. Ainsi, les jambons issus de carcasses maigres et conformées (G2 faible, M2 élevé) apparaissent plus touchés par le défaut. Les résultats de FRANCK et al. (1999) et AUBRY et al. (2000) associent ce constat au génotype des porcs au locus du gène Halothane.

Les valeurs moyennes de pH ultime varient significativement en fonction des notes de déstructuration (tableau 3), le pHu moyen de la note 3 étant intermédiaire à celui des notes 2 et 4. Les jambons non touchés par le défaut ont ainsi un pHu moyen de 5,71 correspondant à un bon pH du point de vue de la qualité technologique, tandis que les jambons complètement déstructurés ont un pHu moyen de 5,51 correspondant à des jambons à tendance bas pH. Ces

résultats concordent avec les pHu moyens de 5,65 et 5,51 observés sur des jambons normaux et déstructurés, respectivement, par BALAC et al. (1998).

Afin de vérifier l'influence du pHu sur la fréquence d'apparition des jambons déstructurés, 752 porcs provenant de 6 lots ont été séparés en deux groupes et abattus avec 4 h d'attente de différence, de façon à augmenter la durée de la notation des jambons en fonction de l'attente à l'abattoir est significativement différente avec 7 et 4,3 % de jambons "déstructurés" entre les attentes courtes et longues ($p < 0,01$), et des pHu respectifs de 5,62 et 5,69 ($p < 0,001$). L'influence du temps d'attente avant l'abattage sur la fréquence d'apparition du défaut avait déjà été mise en évidence par BALAC et al. (1998).

Tableau 5 : pH ULTIME, COULEUR ET COMPOSITION CHIMIQUE DES JAMBONS DES CLASSES 0 À 5

Effectif	Classe					Sign. classe (1)
	0	1	2	3	4	
	26	26	26	24	26	
pHu 5,74b	5,48a	5,46a	5,46a	5,46a	***	
Couleur						
L* 48,4a	52,7b	58,6c	62,4d	63,1d	***	
a* 5,3a	6,0ab	7,2bc	7,1bc	7,8c	***	
b* 5,9a	7,1b	9,0c	10,0cd	11,0d	***	
Composition chimique						
Matière sèche (%) (2)	24,4	24,6	24,6	24,6	24,6	NS
Protéines (%)	22,4	22,2	22,1	22,1	22,0	NS
Collagène (%)	0,50	0,51	0,51	0,50	0,50	NS
Thermosolubilité (% collagène total)	15,8a	16,6ab	16,6ab	17,4ab	17,8b	*
Potentiel glycolytique (3)	130a	159b	166bc	165bc	174c	***
Glucose libre + G6P (4)	5,6a	14,6b	16,1bc	16,4bc	19,8c	***
Lactate (4)	90a	100b	104bc	105cd	108d	***

Sur une même ligne, les moyennes affectées d'une lettre différente diffèrent significativement ($p < 0,05$)

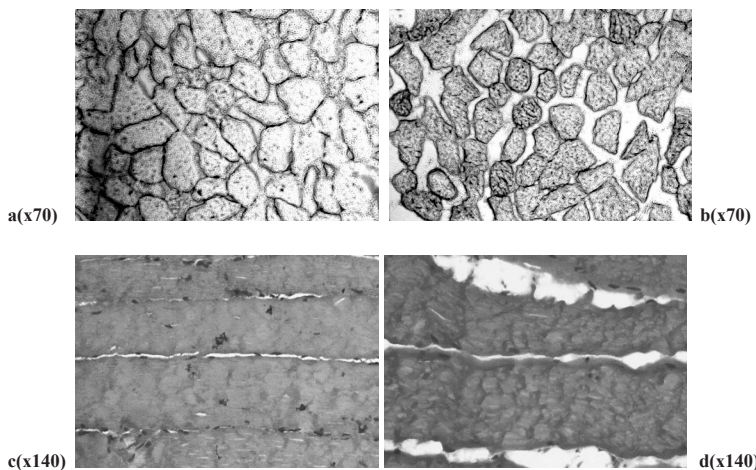
(1) *** : $p < 0,001$; * : $p < 0,05$; NS : $p > 0,05$.

(2) % du muscle frais

(3) μmol équivalent lactate / g muscle frais

(4) μmol / g muscle frais

Figure 2 : ON OBSERVE UNE AUGMENTATION DES ESPACES INTERFIBRILLAIRES ET UNE HYPERCONTRACTION DES FIBRES MUSCULAIRES



Coupes histologiques transversales observées en contraste de phase (a,b) et coupes longitudinales colorées à l'hématoxyline-éosine (c, d) de jambons classés 1 (non détroustré : a, c) et 4 (détroustré : b, d)

Les résultats observés montrent par ailleurs que 83 % des jambons “détroustrés” sont situés dans les catégories des jambons à bas pH ou à tendance bas pH, le pourcentage de “détroustrés” étant équivalent dans ces deux catégories. Ce résultat est identique aux 84 % de “détroustrés” observés par AUBRY et al. (2000), alors que dans leur étude les

jambons avaient été en partie triés sur le pHu : le pourcentage de jambons bas pH n'était que de 8 % contre 20 % dans la présente étude ; celui de jambons à tendance bas pH étant par ailleurs identique (26 %). Dans note étude, un tri sur le pH ultime aurait permis d'éliminer les 20 % de jambons à bas pH (pHu < 5,50), à faible rendement technologique et fortes

pertes au tranchage (ALVISET et al. 1995), qui représentent 42 % des jambons “détroustrés” observés.

CARACTÉRISATION COLORIMÉTRIQUE, BIOCHIMIQUE ET HISTOLOGIQUE

Le tableau 5 présente la valeur moyenne du pH ultime des 5 classes étudiées. Conformément au protocole expérimental, le pHu de la classe 0 est supérieur à celui des 4 autres classes, permettant de distinguer l'effet pH de l'effet détroustration. Les paramètres colorimétriques, L*, a* et b*, varient significativement entre les 5 classes (tableau 5). Les valeurs moyennes de L* et b* augmentent significativement avec la diminution du pHu et, à pHu équivalent, s'accroissent avec l'état de détroustration. La valeur moyenne de a* augmente également avec la baisse du pH et est plus élevée pour les jambons atteints par le défaut (classes 2, 3 et 4) comparés aux jambons sains. Ces résultats sont en accord avec les observations de FRANCK et al. (2000).

Les teneurs en matière sèche, protéines et collagène sont équivalentes entre les cinq classes de jambons. La proportion de collagène thermosoluble est légèrement supérieure dans la classe 4 par rapport à la classe 0, cependant les effets individuels du pH ou de la détroustration ne sont pas significatifs. Le potentiel glycolytique du Semimembranosus varie selon la classe des jambons, comme les teneurs en glucose libre et glucose-6-phosphate, et en lactate. La diminution du pHu s'accompagne d'une forte augmentation des teneurs en sucres libres et lactate, conduisant à un accroissement d'environ 20 % du potentiel glycolytique. A pHu équivalent, les teneurs en sucres libres et en lactate augmentent avec l'importance de la détroustration, entraînant une augmentation progressive mais cependant relativement faible du potentiel glycolytique avec l'importance du défaut (+9% entre les classes 1 et 4). Les valeurs moyennes du pHu étant similaires entre les classes 1 à 4, ce résultat suggère un pouvoir tampon supérieur des muscles détroustrés.

Les résultats des analyses histologiques étant similaires entre génotypes intra-classe et, d'autre part, les échantillons des classes 2 et 3 présentant des caractéristiques intermédiaires à ceux des classes 1 et 4, seules des coupes transversales et longitudinales réalisées sur des jambons des classes 1 et 4 sont présentées (figure 2). L'observation en contraste de phase montre une augmen-

tation de l'espace entre les fibres musculaires proportionnelle à l'importance de la déstructuration, s'accompagnant d'un aspect de plus en plus hétérogène de l'intérieur des fibres. Les colorations à l'hématoxyline-éosine révèlent également une augmentation des espaces interfibrillaires avec la déstructuration, ainsi que la présence de zones plus colorées dans les fibres musculaires, suggérant une hypercontraction des fibres. Aucune différence dans l'aspect de la trame conjonctive intramusculaire selon l'état de déstructuration n'a été observée par la coloration au rouge Sirius (images non représentées). Nos observations réalisées sur muscles déstructurés correspondent à celles décrites sur des muscles de type PSE par FIALIK (1983) pour l'espace interfibrillaire et par JOHANSSON et al. (1987) pour l'hypercontraction des fibres musculaires. Cette dernière est décrite par FRANCK et al. (1999) sur des muscles déstructurés; ces auteurs rapprochaient cette observation des lésions de type PSE.

L'augmentation de l'espace interfibrillaire sur muscles déstructurés est à mettre en relation avec l'observation (non quantifiée) d'une exsudation plus importante de ces muscles entre le prélèvement et l'arrivée au laboratoire, comparativement aux muscles non déstructurés. La détermination des pertes en eau de la viande au cours de sa conservation à +4 °C (HONICKEL, 1998) aurait constitué une mesure complémentaire intéressante à ce travail. La teneur et la solubilité thermique du collagène, ainsi que l'aspect de la trame conjonctive périnysiale ou endomysiale observée en microscopie optique, ne sont pas modifiés par la déstructuration des muscles. La solubilité thermique du collagène intramusculaire diminuant avec l'âge des animaux (BAILEY et LIGHT, 1989; LEBRET et al., 1998),

l'hypothèse selon laquelle la déstructuration pourrait être liée à la réduction de l'âge à l'abattage des porcs n'a pas été confirmée. Des mesures complémentaires: détermination du degré de réticulation des fibres de collagène, observation de la trame conjonctive en microscopie électronique, restent à entreprendre afin de pouvoir conclure sur un éventuel rôle du collagène dans la déstructuration musculaire.

LA FRÉQUENCE DE JAMBONS "DÉSTRUCTURÉS" OBSERVÉE DANS CETTE ÉTUDE (17 % DES JAMBONS) CONFIRME L'IMPORTANCE DE CE DÉFAUT POUR L'INDUSTRIE DE TRANSFORMATION

Notre étude met en évidence plusieurs facteurs de risque d'apparition du défaut déstructuré: pH ultime du jambon, épaisseur de maigre et gras dorsal, et poids de la carcasse. Le rôle de ces facteurs est confirmé par la bonne concordance (78 %) entre la notation proposée par modélisation à partir de ces facteurs de risque et la notation subjective réellement effectuée sur les jambons de l'étude. Le défaut déstructuré a donc une origine polyfactorielle, mais il est possible d'identifier certains facteurs majeurs qui influencent son apparition. Ainsi, nous avons montré que le défaut touche essentiellement les viandes à bas pH ultime, puisque 83 % des jambons "déstructurés" ont un pH ultime inférieur à 5,60. Cette observation est en accord avec les analyses biochimiques qui révèlent un potentiel glycolytique plus élevé dans les muscles déstructurés. La plupart des facteurs qui influencent le pH ultime sont aujourd'hui identifiés; leur maîtrise devrait permettre d'améliorer le pHu de la viande et de réduire ainsi la fréquence d'apparition du défaut déstructuré.

Notre étude montre également que la

fréquence du défaut déstructuré augmente avec la conformation (M2 fort, G2 faible) et le poids des carcasses. L'hypothèse selon laquelle la déstructuration pourrait être liée à la réduction de l'âge à l'abattage des porcs n'a pas été confirmée par nos résultats, ni par une étude récemment conduite par l'ITP sur la composition chimique des jambons (MINVIELLE et al., 2001).

Concernant la caractérisation des muscles déstructurés, les observations des lésions ainsi que les résultats des analyses biochimiques confirment que la déstructuration des jambons se rapprocherait d'une lésion de type PSE localisée dans les muscles profonds de la cuisse, et touchant essentiellement les jambons à bas pH ultime. Cependant, la déstructuration des muscles du jambon ne saurait être associée uniquement au caractère PSE classiquement détecté par la mesure du pH1, et qui touche l'ensemble du jambon. En effet, selon les études, 25 à 34 % seulement des jambons "déstructurés" sont également PSE ou tendance PSE (AUBRY et al., 2000; MINVIELLE et al., 2001).

En conclusion, ce travail a permis de dégager des facteurs de risque d'apparition du défaut déstructuré, mais n'a toutefois pas permis d'en identifier les causes. Des études complémentaires s'avèrent donc nécessaires pour rechercher l'origine de ce défaut, qui constitue actuellement un problème important dans la filière de production du jambon cuit supérieur.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier l'Ofival pour son soutien financier à l'étude.

B I B L I O G R A P H I E

- ALVISET G., BRAUD J., VIDAL E., 1995. Bull. Liaison CTSCCV, 5(1), 10-24.
 AUBRY A., LIGONESCHE B., GUEBLEZ R., GAUDRE D., 2000. Journées Rech. Porcine en France, 32, 361-367.
 BALAC D., BAZIN C., LE TREUT Y., 1998. Polish J. of Food and Nutr. Sci., 7/48, 5 p.
 BAILEY A.J., LIGHT N.D., 1989. Connective tissue in meat and meat products. Elsevier Applied Science, London, 355 p.
 BERGMAN I., LOXLEY R., 1963. Anal. Chem., 35, 1961-1965.
 FIALIK E., 1983. Wien. Tierarztl. Mschr., 70 (12), 403-409.
 FRANCK M., BENARD G., FERNANDEZ X., BARBRY S., DURAND P., LAGANT H., MONIN G., LEGAULT C., 1999. Journées Rech. Porcine en France, 31, 331-338.
 FRANCK M., MONIN G., LEGAULT C., 2000. Journées Rech. Porcine en France, 32, 345-349.
 HILL F., 1966. J. Food Sci., 31, 161-166.
 HONIKEL K.O., 1998. Meat Sci., 49, 447-457.
 ITP, 1998. Trier la viande de porc selon la qualité. 11 p.

- JOHANSSON G., JONSSON L., THOREN-TOLLING K., HAGGENDAL J., 1987. In "Porcine Stress and Meat Quality - Causes and possible solutions to the problems", 32-41., Ed. T. Froystein, E. Slinde and N. Standal, Agricultural Food Research Society, As, Norway.
 LEBRET B., LISTRAT A., CLOCHEFERT N., 1998. Proc. 44th Int. Cong. of Meat Science and Technol., Barcelona, Spain. Vol. II, 718-719.
 MINVIELLE B., HOUIX Y., BOUTTEN B., BOULARD J., 2001. Composition chimique des muscles des jambons frais et des jambons cuits. Rapport d'étude ITP, 22 p.
 MONIN G., SELLIER P., 1985. Meat Sci., 16, 307-316.
 PENNY I.F., 1997. J. Sci. Food Agric., 28, 329.
 SAS®, 1989. SAS user's guide, Statistics SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
 TENENHAUS, M., 1992. Revue de Méthodologie et d'Analyse des Données, 3, 21-39.