



Viandes déstructurées

Effets du système d'abattage et des conditions météorologiques



Le défaut « viande déstructurée » pénalise considérablement les acteurs de la filière porcine tant dans le secteur de la salaison que celui de l'abattage-découpe, notamment dans sa forme sévère (jambons dits « déstructurés »). Il est d'autant mis en évidence ces dernières années que le procédé de tranchage à haute cadence, dont sont issues les tranches de jambon cuit libre service « LS », a pris une part importante dans le secteur de la salaison. Une forte proportion des pertes au tranchage du jambon, notamment l'aspect « pommade » de la tranche, est attribuée par les industriels au caractère déstructuré de la viande. Aussi, l'identification des principaux facteurs d'apparition ainsi que la détermination de prédicteurs du défaut présentent un intérêt croissant pour la filière porcine.

Cette étude constitue le second volet d'un programme de recherche financé par le Ministère de la Recherche et l'OFIVAL, le premier volet ayant fait l'objet d'un précédent article Techniporc (Viandes déstructurées : effets des durées de transport et d'attente - Vol 27, n°2, 2004). Ce second volet consiste en l'étude de trois systèmes d'abattage industriels différents. Des paramètres météorologiques ont également été relevés dans le but d'expliquer les variations saisonnières classiquement observées au niveau des mesures de qualité de viande (pH, colorimétrie, fréquence de viandes déstructurées).

Protocole

L'objectif de cette étude était l'estimation de l'incidence de la déstructuration dans 3 environnements d'abattage industriel différents (tableau 1). Précisons que chaque système d'abattage se décompose en une suite d'in-

terventions (amenée des porcs, anesthésie-saignée, réfrigération) dont les effets sur la qualité de la viande sont indissociables en conditions industrielles.

A chaque abattage, deux lots de porcs issus d'élevages distincts ont été suivis afin de limiter les risques d'effets proprement liés à la conduite de l'élevage. L'abattage de ces deux lots a été réalisé 8 fois par abattoir, à raison de deux répétitions par saison. Compte tenu de l'éloignement géographique, l'abattage des porcs issus du même élevage n'a pas pu être pratiqué dans les trois abattoirs.

A chaque répétition, une unité expérimentale minimale de 30 porcs par élevage a été suivie. La mise à jeun des porcs a été fixée à 24 heures (25 h en moyenne sur l'expérimentation), cette préparation incluant un minimum de 2 heures d'attente en porcherie d'abattoir (mini = 2h, maxi = 5h, moyenne = 3,5h). Ainsi,

Résumé

Cette expérimentation consiste en l'étude de trois systèmes d'abattage industriels différents. Des paramètres météorologiques ont également été relevés dans le but d'expliquer les variations saisonnières de la qualité de viande. Cette étude a mis en évidence un effet de la température extérieure sur la fréquence de viandes déstructurées, le défaut s'exprimant davantage avec l'élévation de la température. Les liens entre la déstructuration, les pH et les mesures de couleur ont été confirmés. Le système d'abattage n'apparaît pas comme un facteur de risque majeur pour le défaut déstructuré, lorsque la mise à jeun est maîtrisée et qu'une durée minimale de repos de 2 heures est respectée à l'abattoir.

Antoine VAUTIER
Brice MINVIELLE
Jacques BOULARD
Michel BOUYSSIERE
Yannick HOUIX



Tableau 1 : Description des abattoirs

	amenée des porcs	anesthésie	cadence d'abattage	saignée
Abattoir A	Couloir d'amenée en groupe avec rétrécissement	anesthésie électrique classique 2 points (œil-oreille)	110 porcs/heure	Horizontale
Abattoir B	Couloir d'amenée en groupe avec rétrécissement	anesthésie électrique 3 points (œil-oreille+poitrine)	340 porcs/heure	Horizontale
Abattoir C	Couloir d'amenée individuel	avec anesthésie CO ₂	300 porcs/heure	Verticale

Résultats

Caractéristiques des carcasses et déstructuration

La population d'animaux mise en essai présente un poids moyen de carcasse chaud de 91,2 kg, les mesures moyennes d'épaisseur de gras et de muscle sont les suivantes : G1=17,3 ; G2=15,8 ; M2=57,6. Les pH moyen mesurés sont de 6,37 à 35 minutes post-mortem (pH1) et 5,69 à 24 heures (pHu), ce qui correspond globalement à des viandes de bonnes qualités technologiques. Les jambons indemnes de défaut de structure représentent près de 88 % de l'effectif alors qu'il est relevé 5,5 % de jambons dits « déstructurés » (notes 3+4). Cette fréquence observée en situation expérimentale reste bien en deçà des données de la bibliographie (BALAC et al., 1998 ; FRANCK et al., 1999, 2000 ; AUBRY et al., 2000 ; MINVIELLE et al., 200) décrivant de 9 à 19 % de jambons « déstructurés » et confirme les résultats de MINVIELLE et al. (2002).

Les jambons « déstructurés » (notes 3+4) présentent des pH1 et pHu inférieurs aux jambons indemnes (tableau 3), conformément aux précédentes études sur le sujet (BALAC et al, 1998 ; FRANCK et al, 1999, 2000 ; AUBRY et al, 2000 ; LE ROY et al, 2001 ; MINVIELLE et al, 2001 ; BOUFFAUD et al, 2002 ; MINVIELLE et al, 2002, 2003). La couleur mesurée sur le Demi-membraneux varie en fonction de la note de déstructuration conformément aux résultats du premier volet et des publications antérieures (FRANCK et al., 2000 ; LE ROY et al, 2001 ; MINVIELLE et al, 2002, 2003). Les jambons dits « déstructurés » sont plus clairs (L*) et davantage saturés dans le rouge (a*) et le jaune (b*).

1601 porcs issus d'un même schéma génétique (croisement femelle (LW x LR) x mâle (LW x P)) ont été mis en essai.

Les observations à l'abattoir et en découpe portent sur les caractéristiques des carcasses et jambons, ainsi que sur les principaux indicateurs de qualité de viande. Le jour de l'abattage (J1), les caractéristiques du transport et de la mise à jeun, la manipulation des animaux vivants et les conditions d'abattage sont enregistrées. En fin de tuerie, les données de classement des carcasses sont récupérées (TVM et ses composantes G1, G2, M2 ; poids chaud, sexe).

Le pH des jambons droits a été mesuré 35 minutes post mortem (pH1) et 24 heures post mortem (pHu) dans le muscle Demi-membraneux selon les procédures décrites par l'ITP (1998). La couleur (L*, a*, b*) est caractérisée lors du désossage des jambons (J3) au niveau de la face interne du Demi-membraneux. Le réglage de l'illuminant (D-65) est effectué

selon les recommandations de l'AMSA (1991). Le caractère « déstructuré » du jambon a alors été évalué par un opérateur unique, expérimenté, à l'aide d'une grille de notation utilisée depuis 1998. Cette grille d'évaluation basée sur l'intensité et l'étendue de l'atteinte musculaire comporte 4 notes (tableau 2).

Les paramètres météorologiques de la veille (J0) et du jour de l'abattage (J1) ont été relevés (température et pression atmosphérique moyennes) pour chaque abattoir et lors de chacune des 8 répétitions (Stations Départementales de Météo-France).

L'influence du système d'abattage et des conditions météorologiques (données en classes ordonnées) sur les mesures de qualité de viande (pH1, pHu, couleur) a été étudiée par analyse de variance et comparaison multiple de moyenne (test de Tukey). Ces mêmes effets sur la fréquence d'apparition du défaut « déstructuré » ont été étudiés à l'aide de tests du Chi-deux et de la procédure CATMOD.

Tableau 2 : Grille de notation du défaut « viande déstructurée »

Note de déstructuration	Caractérisation du défaut
1	jambon ne présentant pas le défaut déstructuré
2	Le défaut est visible, superficiel, localisé sur le Demi-membraneux
3	Le Demi-membraneux est très altéré et le défaut touche d'autres muscles du jambon
4	Les muscles du jambon sont déstructurés

La fréquence de 5,5 % de jambons dits « déstructurés » reste bien en deçà de la bibliographie.

Les jambons « déstructurés » présentent des pH1 et pHu inférieurs aux jambons indemnes et sont plus clairs.



Tableau 3 : Mesures de qualité et caractéristiques zootechniques par note de déstructuration (moyennes ajustées)

		Note de déstructuration			ETR
		1	2	3+4	
Poids de carcasse		91,2 ^a	91,5 ^a	91,6 ^a	7,6
Poids de jambon		11,1 ^a	11,3 ^{ab}	11,4 ^b	1,0
G1		17,5 ^a	16,2 ^b	16,7 ^{ab}	3,8
G2		16,0 ^a	14,8 ^b	14,7 ^b	3,7
M2		57,4 ^a	58,5 ^{ab}	59,7 ^b	6,1
pH1		6,39 ^a	6,20 ^b	6,14 ^b	0,23
pHu		5,71 ^a	5,55 ^b	5,52 ^b	0,18
Couleur Demi-membraneux	L*	51,3 ^a	60,1 ^b	61,9 ^c	5,1
	a*	7,1 ^a	9,0 ^b	9,1 ^b	1,9
	b*	3,3 ^a	5,9 ^b	6,3 ^b	1,6

Les lettres différentes indiquent des différences significatives entre moyennes au risque $\alpha=5\%$

Influence du système d'abattage

Les pH1 mesurés dans l'abattoir C (anesthésie au CO₂) sont significativement inférieurs aux moyennes des abattoirs A et B (tableau 4). Ce résultat propre à l'abattoir C peut être attribué aussi bien à la nature du système d'anesthésie qu'à la conduite à l'anesthésie (couloirs individuels particulièrement stressants dans l'abattoir C). En effet, des porcs stressés lors de la conduite à l'anesthésie présentent des vitesses de chute du pH plus importantes que des porcs acheminés calmement en liaison avec une activité métabolique supérieure (MALMFORS, 1980 ; TARRANT, 1989 ; JAMAIN, 2000 ; CHEVILLON, 2001).

La comparaison des moyennes de pH ultime montre un pHu moyen

significativement inférieur pour l'abattoir B (5,61 vs 5,74 et 5,72). Par ailleurs, l'analyse de variance met en évidence, outre l'effet « abattoir », un effet « élevage » significatif. Ce dernier étant imbriqué avec l'effet « abattoir » (les élevages suivis sont propres à chaque abattoir), cette différence de pH ultime est à affecter sans hiérarchie à la fois à la nature de l'élevage et au système d'abattage. Cet effet abattoir est par contre indépendant de la durée de transport (il a été mis en évidence lors du

premier volet une augmentation du pHu lorsque la durée de transport passe de 1 à 3h) : les durées moyennes de transport sont très proches (respectivement de 2h15, 1h45 et 1h30 pour les abattoirs A,B et C) ce qui permet d'exclure un éventuel effet lié au transport.

L'étude de la répartition des notes de déstructuration en fonction de l'abattoir montre une différence significative ($p<0,05$; tableau 5). Cette différence en la défaveur de l'abattoir B (84 % de jambons indemnes vs 89,8 et 89,5 %) apparaît logique compte tenu des écarts de pH ultimes moyens observés entre abattoirs, le lien entre pH et fréquence de déstructuration étant un fait établi. Elle ne peut donc pas être attribuée spécifiquement au système d'abattage.

La différence des notes de déstructuration entre abattoirs ne peut être attribuée spécifiquement au système d'abattage.



Tableau 5 : Effet de l'abattoir sur la fréquence d'apparition des viandes déstructurées

Note de déstructuration %	Abattoir A	Abattoir B	Abattoir C
Effectif	450	416	497
1	89,8	84,0	89,5
2	5,0	9,3	5,6
3	4,0	5,5	3,3
4	1,2	1,2	1,6
Test de Chi-deux :	p = 0,04		Significatif

Tableau 4 : Effet de la nature de l'abattoir sur les mesures de qualité du Demi-membraneux (pH et couleur, moyennes ajustées)

Abattoir	pH1		pHu		L*		a*		b*	
	moy	e.t.r	moy	e.t.r	moy	e.t.r	moy	e.t.r	moy	e.t.r
A	6,49 ^a		5,72 ^a		52,0		6,8 ^a		3,3 ^a	
B	6,44 ^a	0,23	5,61 ^b	0,17	52,8	5,6	7,9 ^b	1,9	3,8 ^b	1,7
C	6,31 ^b		5,74 ^a		52,1		6,6 ^a		3,4 ^{ab}	
Analyse de variance	Effet abattoir		***		ns		***		**	
	Effet elev(abatt) ⁽¹⁾		ns		***		***		***	

Les lettres différentes indiquent des différences significatives entre moyennes (***: $p<0,001$, **: $p<0,01$, * : $p<0,05$)

⁽¹⁾ : effet de l'élevage intra abattoir



Les viandes sont généralement plus sombres en hiver avec de meilleurs pH ultimes.

Influence des conditions météorologiques

La plupart des industriels observent des variations saisonnières de la qualité de la viande (les viandes sont généralement plus sombres en hiver avec de meilleurs pH ultimes), mais il existe aussi des variations entre dates d'abattage, effets couramment mis en évidence dans les études traitant de la qualité de viande. Les paramètres météorologiques (température et pression atmosphérique) ont été étudiés de manière à tenter d'expliquer cet effet de la date d'abattage sur la qualité technologique, MONIN (1983) rapportant une influence marquée des conditions climatiques.

La réponse de la variation de la pression atmosphérique sur les mesures de qualité (pH1, pHu, couleur, note de déstructuration) n'est pas linéaire et ne semble pas constituer un effet identifiable à elle seule (résultats non présentés).

La température le jour de l'abattage (J1) exerce un effet significatif sur les mesures du pH ultime

allant dans le sens d'une augmentation des pHu lorsque la température baisse. Ainsi, une baisse de la température de plus de 10 degrés dans la plage de variation considérée, entraîne une augmentation du pH ultime de 0,32 unité pH (tableau 6). La dépense énergétique nécessaire à la thermorégulation est probablement supérieure lorsque la température à J1 est basse, notamment lors du transport des porcs et du stockage en porcherie d'attente à l'abattoir. Cette dépense énergétique supérieure se traduit par une baisse des réserves en glycogène musculaire et donc par un pH ultime plus élevé (MONIN et al., 1988). L'action de la température sur les réserves glycogéniques du porc est déterminante d'autant qu'elle intervient après 12 heures de mise à jeun (sortie des porcs sur le quai de chargement) et qu'elle est fortement perçue après 18 heures de jeûne par la forte ventilation induite lors de la phase de transport (CHEVILLON, 1999).

L'effet de la température le jour de l'abattage est très net sur la fréquence du défaut. La proportion de jambons atteints par le défaut augmente de 12,8 points lorsque la température augmente de plus de 10°C et la proportion de jambons « déstructurés » passe alors de 0,5% à 7,5% (tableau 7). Cette tendance est en accord avec l'influence de la température sur le pH ultime précédemment observée et est conforme à la relation déjà décrite entre la note de déstructuration et le pH ultime

(FRANCK et al., 2000 ; LEROY et al. 2001 ; MINVIELLE et al., 2002).

Ces effets de la température sur les mesures de qualité de viande (pH, couleur, note de déstructuration) peuvent être rapprochés de l'effet de l'abattoir sur ces mêmes mesures. Ainsi, une étude plus détaillée des températures à J1 met en évidence de nettes différences entre abattoirs probablement liées à l'éloignement géographique des 3 sites (10,5°C, 13,9°C, et 10,8°C pour les abattoirs A, B et C respectivement, tableau 8). Par ailleurs, l'analyse des données en classes de températures montre que 42,5 % des températures relevées dans l'abattoir B sont supérieures à 15°C contre 6,9 % pour l'abattoir A et 25,2 % pour l'abattoir C. De telles différences de température interviennent probablement au niveau des écarts de pH ultime et de fréquences de déstructuration observés entre abattoir. L'effet de la température est donc vraisemblablement une des composantes de l'effet abattoir mis en évidence.

Ainsi, les analyses statistiques (CATMOD, non présentées) montrent que l'effet « abattoir » sur les fréquences de déstructuration s'explique par l'influence prépondérante de la température extérieure à J1, compte tenu des écarts de températures relevés entre les abattoirs.

Conclusion

Cette étude s'intéressant aux effets du système d'abattage et des para-

Lorsque température augmente de plus de 10°C dans la gamme considérée, la proportion de jambons « déstructurés » passe alors de 0,5% à 7,5% .

Tableau 6 : Effets de la température le jour de l'abattage sur les mesures de pH et de couleur

effectif	Température moyenne J1				Signification Analyse de variance ⁽¹⁾
	< 5°	5° - 10°	10° - 15°	> 15°	
L*	51,5	51,9	52,7	53,0	ns
a*	7,2	7,3	7,1	6,9	ns
b*	2,9	3,7	3,4	4,1	ns
pH1	6,42 ^{ab}	6,43 ^a	6,33 ^b	6,49 ^a	***
pHu	5,87 ^a	5,73 ^b	5,63 ^c	5,55 ^d	***

⁽¹⁾ Les lettres différentes indiquent des différences significatives entre moyennes (*** : p<0.001, ** : p<0.01, * : p<0.05)

Tableau 7 : Influence de la température le jour de l'abattage sur la répartition des notes de déstructuration

Note de Déstructuration%	Température moyenne J1				Sign. χ^2
	< 5°	5° - 10°	10° - 15°	> 15°	
1	96,7	93,6	84,7	83,9	***
2	2,8	3,5	8,1	8,6	
3	0,5	2,3	5,6	5,2	
4	0,0	0,6	1,6	2,3	

Signification (*** : p<0.001, ** : p<0.01, * : p<0.05)

Tableau 8 : Répartition des données de température le jour de l'abattage (J1) par abattoir

Abattoir	Température J1		Classes de température J1 (%)		
	Moy.	e.t.	< 10°	10° - 15°	> 15°
A	10,5	4,3	25,9	67,2	6,9
B	13,9	4,9	12,0	45,4	42,6
C	10,8	5,7	62,1	12,5	25,2
Test de Chi-deux :			p<0,001		

Note : les classes de température 1 et 2 ont été regroupées pour le traitement CATMOD (non présenté)



mètres climatiques sur la fréquence d'apparition du défaut, a révélé de par son montage expérimental, un effet imbriqué significatif entre l'effet élevage et l'effet abattoir. Les variations de pH ultime moyen entre les élevages suivis dans chaque abattoir sont telles qu'elles peuvent introduire un biais lors de l'étude de l'effet abattoir. De plus, cette étude a mis en évidence un effet de la température extérieure sur la fréquence de viandes déstructurées, le défaut s'exprimant davantage avec l'élévation de la température. Cet effet peut également intervenir au niveau des différences observées entre abattoirs étant donné les écarts de température moyenne observés entre abattoir. Ces éléments interdisent donc

de conclure quand à l'effet du système d'abattage sur la fréquence d'apparition du défaut.

Les liens entre la déstructuration, les pH et les mesures de couleur ont été confirmés, les jambons «déstructurés» étant caractérisés par des pH plus bas, une couleur plus pâle et des indices de rouge et de jaune plus élevés.

Par ailleurs, les viandes touchées par le défaut sont issues de jambons plus lourds, conformément à ce qui avait été précédemment rapporté dans le premier volet de ce programme de recherche et dans des travaux ultérieurs (BALAC et al., 1998 ; FRANCK et al., 1999 ; AUBRY et al., 2000).

Ces résultats confirment que la maîtrise de la mise à jeun est un paramètre essentiel pour la gestion des animaux vivants, avec une influence forte sur les critères et mesures de qualité tels que le pH et la couleur de la viande.

Ainsi le système d'abattage n'apparaît pas comme un facteur de risque majeur pour le défaut déstructuré, lorsque la mise à jeun est maîtrisée et qu'une durée minimale de repos de 2 heures est respectée à l'abattoir, conformément aux recommandations de l'ITP.

Ces recommandations permettent d'augmenter la proportion de jambons indemnes, mais ne sont malgré tout pas suffisantes pour garantir l'absence de jambons déstructurés. ■

Ces résultats confirment que la maîtrise de la mise à jeun est un paramètre essentiel pour la gestion des animaux vivants, avec une influence forte sur le pH et la couleur.

Contact :

antoine.vautier@itp.asso.fr

Références bibliographiques

- AMSA. Guidelines for Meat Color Evaluation. American Meat Science Association and National Livestock and Meat Board, Chicago, IL.
- AUBRY A., LIGONESCHE B., GUEBLEZ R., GAUGRE 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.
- BOUFFAUD M., DESAUTES-SAWADOGO C., TRIBOUT T., et al., 2002. Journées Rech. Porcine, 34, 1-6.
- BRADSHAW R.H., PARROTT R.F., GOODE J.A., et al., 1996. Animal Science, 62, 547-554.
- BREWER M.S., ZHU L.G., BIDNER B. et al., 2001. Meat Science, 57, 169-176.
- CHEVILLON P. 1999. Mesures des circuits, des vitesses et des débits d'air en été dans les camions de ramassage des porcs charcutiers. Techniporc, 22(1), 13-16.
- CHEVILLON P., 2001. Viandes et Produits Carnés, 22(4), 95-102.
- DAUMAS G. 2002. Techni-Porc, 25(4),5-6.
- FRANCK M., BENARD G., FERNANDEZ X., et al., 1999. Journées Rech. Porcine en France, 31, 331-338.
- FRANCK M., MONIN G., LEGAULT C., 2000. Journées Rech. Porcine en France, 32, 345-349.
- FROTIN P., BATAILLE G. BOUYSSIERE M., et al., 2001. Rapport ITP, 65 p.
- GISPERT M., FAUCINATO L., OLIVER M.A., et al, 2000. Meat Science, 55, 97-106.
- I.T.P. 1998. Trier la viande de porc selon la qualité. I.T.P.éd.Paris.11p.
- JAMAIN G., GRIOT B., CHEVILLON P., 2000. Techni-Porc, 23(5), 5-18.
- LE ROY P., MONIN G., KERISIT R., et al., 2001. Journées Rech. Porcine en France, 33, 103-110.
- LOPEZ C. 1989. Lettre d'information – SAS ACTA, 2, 1-4.
- MALMFORS G. 1980. Porcine stress and meat quality. Causes and possible solutions to the problems, ed. Agr. Food Res. Soc., As, 179-184.
- MINVIELLE B., LE STRAT P., LEBRET B., et al., 2001. Journées Rech. Porcine en France, 33, 95-101.
- MINVIELLE B., BOUTTEN B., ALVISET G., et al., 2002. Journées Rech. Porcine en France, 34, 7-13.
- MONIN G., 1988. Journées Rech. Porcine en France, 20, 201-214.
- SAS, 1999. SAS OnlineDoc Version 8, SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
- TARRANT P.V. 1989. The effects of handling, transport, slaughter and chilling on meat quality and yield in pigs. Biennial Conference of the Australian Pig Science Assoc. Edit. J.L. Barnett and D.P. Hennessy.
- UNIPORC, 2003. Résultats Annuels 2002 Uniporc Ouest.