

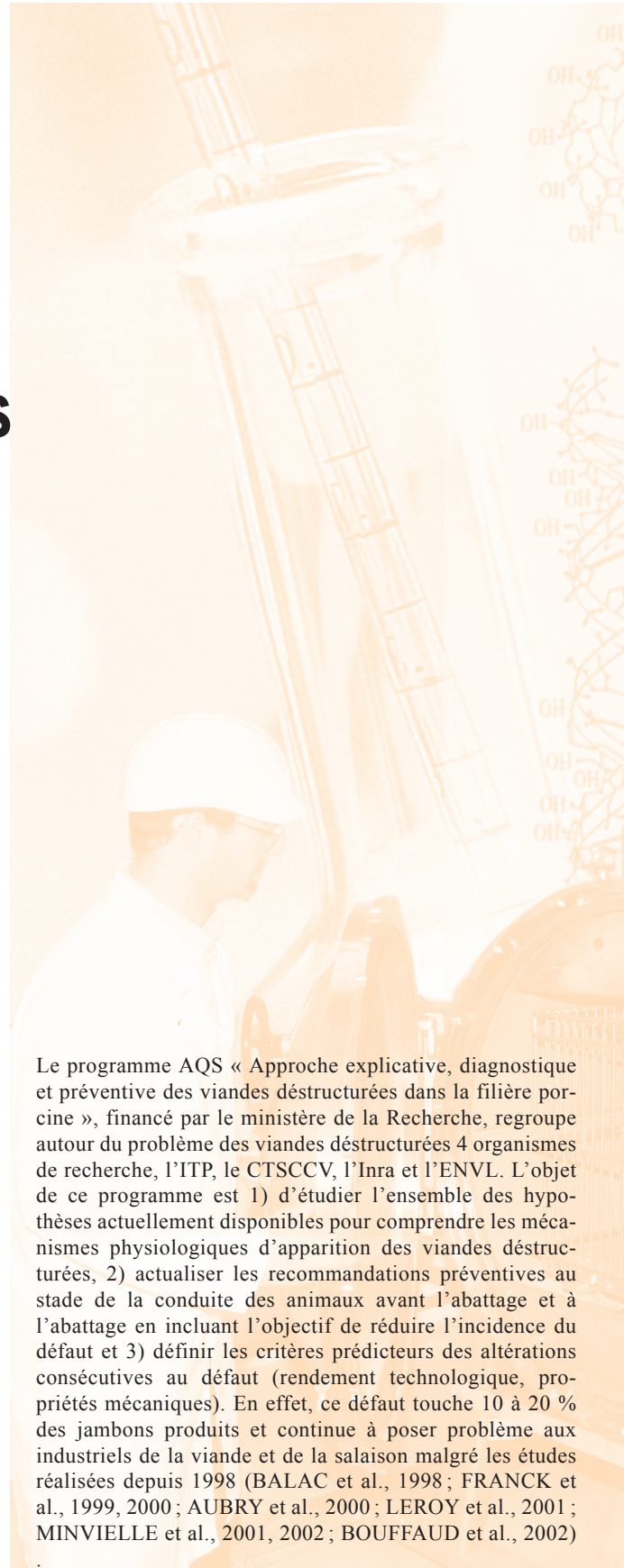
## Viandes déstructurées

# Effets combinés des durées de transport et d'attente sur la fréquence d'apparition du défaut

**Le défaut "viandes déstructurées" touche 10 à 20 % des jambons et continue à poser problème aux industriels de la viande et de la salaison. Les facteurs de risque sont nombreux et difficiles à identifier. Les durées de transport et d'attente ainsi que leurs effets combinés font partie des hypothèses pouvant expliquer l'apparition de ce défaut.**

MINVIELLE B., BOULARD J.,  
VAUTIER A., HOUIX Y.

ITP  
Pôle qualité du produit  
La Motte au Vicomté, BP 35104  
35651 LE RHEU Cedex



Le programme AQS « Approche explicative, diagnostique et préventive des viandes déstructurées dans la filière porcine », financé par le ministère de la Recherche, regroupe autour du problème des viandes déstructurées 4 organismes de recherche, l'ITP, le CTSCCV, l'Inra et l'ENVL. L'objet de ce programme est 1) d'étudier l'ensemble des hypothèses actuellement disponibles pour comprendre les mécanismes physiologiques d'apparition des viandes déstructurées, 2) actualiser les recommandations préventives au stade de la conduite des animaux avant l'abattage et à l'abattage en incluant l'objectif de réduire l'incidence du défaut et 3) définir les critères prédicteurs des altérations consécutives au défaut (rendement technologique, propriétés mécaniques). En effet, ce défaut touche 10 à 20 % des jambons produits et continue à poser problème aux industriels de la viande et de la salaison malgré les études réalisées depuis 1998 (BALAC et al., 1998 ; FRANCK et al., 1999, 2000 ; AUBRY et al., 2000 ; LEROY et al., 2001 ; MINVIELLE et al., 2001, 2002 ; BOUFFAUD et al., 2002)

Dans ce programme, l'ITP a particulièrement en charge la caractérisation, par des essais dans des sites industriels, des facteurs de risque d'apparition du défaut aux stades de l'élevage, du transport, de l'attente à l'abattoir, de la conduite à l'anesthésie et de l'anesthésie. Les effets combinés des durées de transport et d'attente sur la fréquence d'apparition des viandes déstructurées et les critères de qualité de viande ont été évalués dans cette étude.

## PLUS DE 960 ANIMAUX ONT ÉTÉ MIS EN ESSAIS

L'objectif de cette étude est d'analyser les effets combinés de la durée du transport (1 h vs 3 h) et d'attente en bouverie (2 h vs 6 h) sur la fréquence des viandes déstructurées. Tous les porcs ont été abattus dans un seul abattoir de manière à neutraliser l'effet des modalités d'anesthésie. Ces animaux proviennent d'un type génétique déterminé (croisement femelle (LW x LR) x mâle (LW x P),) et d'un même élevage dont les conditions d'alimentation, de mise à jeun et d'embarquement sont connues. Cette étude a été conduite en collaboration avec un groupement de producteurs de porcs et une entreprise d'abattage-découpe pratiquant le désossage des jambons.

L'unité expérimentale était composée de 2 lots de 60 porcs minimum (un lot transporté 1 h et un lot transporté 3 h). Chacun de ces deux lots a été réparti en deux sous-lots d'au moins 30 porcs (un sous-lot dont la durée de repos était de 2 h et un sous-lot dont la durée de repos était de 6 h). La durée totale de mise à jeun était fixée à 24 h environ, quelles que soient les durées de transport ou de repos à l'abattoir. Pour chaque unité expérimentale, il y a eu 8 répétitions de juin 2001 à avril 2002 (2 répétitions pour chacune des quatre saisons de l'année).

## MESURES ET OBSERVATIONS EN ABATTOIR, NOTATION DU CARACTÈRE DÉSTRUCTURÉ

**Le jour de l'abattage**, le transport (heure de départ, durée de chargement, heure de déchargement), les conditions de repos, les manipulations des animaux vivants (taille des lots, durée de passage dans les couloirs et dans le piège, attentes intermédiaires, comportement des animaux) et les conditions d'anesthésie-saignée ont été enregistrées (délai fin d'anesthésie-saignée, durée de l'anesthésie).

**Après l'abattage**, les mesures et observations suivantes ont été réalisées: qualification de la mise à jeun par pesée des estomacs (1/4 du lot), poids chaud de la carcasse, TVM et ses composantes (G1, G2, M2), et sexe.

Des mesures de pH ont été effectuées à différentes périodes *post mortem*, le jour de l'abattage sur le muscle *Semimembranosus* selon les procédures décrites par l'ITP (1998) (pH-mètre Sydel, sonde de pénétration type LoT). Le pH1 a été mesuré avant l'entrée en réfrigération (soit 30 min *post mortem* environ), le pH intermédiaire a été mesuré 2 h 30 *post mortem* (après la sortie de froid choc).

### En découpe primaire (24 à 26 h post mortem) sur jambons droits :

Le pH ultime (pHu) a été mesuré sur le muscle *Semimembranosus* et des mesures de colorimétrie (L\*, a\*, b\*; illuminant D65) ont été pratiquées sur le muscle *Gluteus Superficialis* (Chromamètre Minolta CR-300). Le poids des jambons a été enregistré.

### En découpe secondaire, après désossage des jambons droits :

Le caractère « déstructuré » a été évalué par un opérateur unique expérimenté, à l'aide de la grille de cotation habituellement utilisée depuis 1998 (MINVIELLE, 2001). Cette grille d'évaluation comportant 4 notes, de 1 pour un jambon indemne du défaut déstructuré, à 4 pour un jambon très sévèrement atteint par le défaut. Des mesures de colorimétrie ont été également pratiquées sur la face interne du muscle *Semimembranosus* paré.

## ANALYSES STATISTIQUES

L'influence des durées de transport et de repos, et du sexe sur la fréquence d'apparition du défaut « viande déstructurée » a été testée par la procédure CATMOD de SAS® (1999), qui permet d'étudier les relations existantes entre plusieurs variables qualitatives (Lopez, 1989; FRANCK et al., 1999).

L'effet des durées de transport et de repos, du sexe, de la répétition et leurs interactions sur les caractéristiques zootechniques des carcasses (poids, G1, G2, M2), les pH (pH1, pH2, pHu) ainsi que les mesures de colorimétrie (L\*, a\*, b\*) ont été testés par analyse de variance suivie d'une comparaison multiple de moyennes par le test de Tukey (procédures GLM et LSMEANS de SAS®, 1999).

Le même type de traitement statistique a été réalisé pour tester l'influence de la note de déstructuration

sur les caractéristiques zootechniques des carcasses, sur les pH et mesures colorimétriques.

En raison des faibles effectifs observés pour les notes 3 et 4, celles-ci ont été regroupées pour certaines analyses statistiques. Ces deux notes correspondent d'ailleurs aux jambons « déstructurés » qui posent problème aux industriels.

Par rapport aux porcs standards les porcs étudiés sont plus légers

Avec un poids moyen de carcasse chaud de 86,1 kg, les porcs abattus dans cette étude étaient de 3 kg plus légers que ceux abattus dans le Nord-Ouest en 2001 (Daumas, 2002), avec un écart plus marqué entre les mâles castrés et les femelles (0,5 kg vs 0,2 kg). La teneur en viande maigre moyenne est plus élevée de près de 1 point, les épaisseurs de gras (G1 et G2) étant plus faibles et l'épaisseur de maigre plus forte, avec un écart moins marqué entre les deux sexes.

Le sexe et les durées de repos testées n'ont pas d'influence

Le phénomène de déstructuration (notes 2, 3 et 4) touche moins de 5 % des jambons étudiés, alors que les jambons « déstructurés » (notes 3 et 4) représentent tout juste 1,5 % des effectifs (tableau 1). Le pourcentage de jambons déstructurés observés est très nettement inférieur aux données relevées dans la bibliographie, qui varient de 9 à 19 % (BALAC et al., 1998; FRANCK et al., 1999, 2000; AUBRY et al., 2000; MINVIELLE et al., 2001). Ce résultat est très probablement une conséquence de la maîtrise d'un paramètre essentiel pour la qualité de viande, la durée de mise à jeun (entre 24 et 26 heures), et confirme les 4 % observés par MINVIELLE et al. (2002) avec une durée de jeûne maîtrisée (18 à 24 h).

Il existe une répartition différente des effectifs selon la note de déstructuration ( $p < 0,0001$ ), à sexe, durées de transport et de repos fixés (tableau 1). Le croisement de cet effet avec le sexe indique que la note de déstructuration ne paraît pas influencée par le sexe ( $p = 0,48$ ), comme cela a déjà été parfois rapporté (FRANCK et al., 2000; MINVIELLE et al., 2001).



**Tableau 1 : DUREE DE REPOS ET SEXE N'INFLUENCENT PAS LA NOTE DE DÉSTRUCTURATION**

				Note de déstructuration				Niveau de signification CATMOD
				1	2	3	4	
Répartition	Effectif			1074	35	14	3	***
	Fréquence			95.4	3.1	1.2	0.3	
Sexe	Femelle			93.9	4.6	1.1	0.4	ns
	Mâle castré			96.8	1.7	1.4	0.2	
Temps de transport	Court			92.5	5.1	1.9	0.5	*
	Long			98.4	1.1	0.5	0.0	
Temps de repos	Court			95.3	2.9	1.6	0.2	ns
	Long			95.4	3.3	0.9	0.4	
Lots	A1	Transport court	Repos court	92.9	4.2	2.5	0.4	ns
	A2	Transport court	Repos long	91.9	5.9	1.4	0.7	
	B1	Transport long	Repos court	97.8	1.5	0.7	0	
	B2	Transport long	Repos long	98.9	0.7	0.4	0	

*Répartition des observations par classes de défaut de déstructuration (%)*

**Tableau 2 : LES VIANDES TOUCHÉES PAR LE DÉFAUT SONT ISSUES DE CARCASSES PLUS LOURDES ET PLUS MAIGRES**

	Note de déstructuration			ETR	Signification
	1	2	3+4		
Poids de carcasse	85.9a	89.5b	89.4ab	6.8	**
Poids de jambon	10.8a	11.5b	11.5b	0.9	***
G1	16.3a	14.5b	15.0ab	3.1	**
G2	14.4a	12.5b	13.1ab	2.9	***
M2	55.6a	57.5ab	59.5b	5.4	**
TVM	61.1a	62.8b	62.8b	2.5	***
pH1	6.40a	6.23b	6.06c	0.22	***
pH2	6.15a	5.86b	5.64c	0.23	***
pHu	5.82a	5.57b	5.55b	0.22	***
<b>Couleur Semimembranosus</b>					
L*	54.3a	65.4b	67.4b	5.6	***
a*	6.5a	7.8b	8.7b	1.8	***
b*	3.7a	6.8b	7.3b	1.7	***
<b>Couleur Gluteus Superficialis</b>					
L*	44.8a	50.6b	52.9b	3.9	***
a*	6.6a	7.2a	8.6b	1.4	***
b*	2.0a	3.2b	4.1c	0.8	***

Les lettres différentes indiquent des moyennes significativement différentes au seuil de 5 % (\*\*\* :  $p < 0.001$ , \*\* :  $p < 0.01$ , \* :  $p < 0.05$ )

*Caractéristiques zootechniques des carcasses et mesures de couleur et de pH en fonction de la note de déstructuration*

Il existe en revanche une influence de la durée de transport sur la note de déstructuration ( $p = 0,015$ ). La durée de repos, quant à elle n'exerce pas d'effet sur la note de déstructuration ( $p = 0,98$ ). La liaison entre durée de transport et déstructuration mise en évidence n'est pas dépendante du sexe ( $p = 0,99$ ), ni de la durée de repos ( $p = 0,68$ ). Lorsque la durée de la tournée passe de 1 à 3 h, le pourcentage de jambons indemnes augmente de 92 à 98 %, pour une durée identique de mise à jeun de 24 h.

Les animaux les plus maigres sont les plus touchés

Conformément à plusieurs résultats précédemment publiés (BALAC et al., 1998; FRANCK et al., 1999, 2000; AUBRY et al., 2000; MINVIELLE et al., 2001; BOUFFAUD et al., 2002) les poids moyens des carcasses et des jambons sont plus élevés lorsque la note de déstructuration augmente (tableau 2). L'écart de poids de carcasse entre notes est plus important que celui précédemment observé (MINVIELLE et al.,

2001), mais est équivalent à celui trouvé en 2002 par BOUFFAUD et al.; ces derniers rapportent cependant un écart de poids de jambon plus faible.

Ces résultats confirment également que la déstructuration est associée à une épaisseur de gras plus faible et une épaisseur de maigre plus élevée, et donc à une teneur en viande maigre plus forte (MINVIELLE et al., 2001; BOUFFAUD et al., 2002). Les animaux observés dans la présente étude sont plus maigres que ceux précédemment étudiés, ce critère ayant été identifié comme un facteur de risque (MINVIELLE et al., 2001), on aurait pu s'attendre à un nombre plus élevé de jambons "déstructurés" en raison des effectifs limités. Les résultats moyens des notes 3 et 4 associées ne sont statistiquement pas différents de ceux des notes 1 et 2, sauf pour le poids des jambons, M2 et la TVM vraisemblablement.

En ce qui concerne les mesures de qualité, les valeurs moyennes des pH1, pH2h30 et pHu sont d'autant plus basses que la note de déstructuration est forte, comme cela a déjà été précédemment démontré (FRANCK et al., 2000; LEROY et al., 2001; MINVIELLE et al., 2002). Les pH1 et pH2h30 moyens des jambons notés 2 ont une valeur intermédiaire à celle des jambons indemnes et « déstructurés », contrairement au pH ultime qui distingue les jambons indemnes des jambons touchés par le défaut. Le pHu moyen des jambons « déstructurés »

**Tableau 3 : LE TEMPS DE TRANSPORT A UNE INFLUENCE SIGNIFICATIVE SUR TOUS LES CRITÈRES DE QUALITÉ**

	Transport			Repos			Lot				Sexe			
	court	long		court	long		A1	A2	B1	B2	mâle	female		
pH1	6.37a	6.41b	**	6.39	6.39	ns	6.37	6.37	6.41	6.42	ns	6.40	6.39	ns
pH2	6.09a	6.18b	***	6.12	6.14	ns	6.08a	6.10a	6.17b	6.18b	*	6.13	6.14	ns
pHu	5.76a	5.88b	***	5.81	5.80	ns	5.74a	5.73a	5.89b	5.88b	ns	5.82a	5.79b	*
L S <sub>(1)</sub>	57.0a	52.7b	***	54.5	55.2	ns	56.8a	57.2a	52.2b	53.2b	*	54.6	55.1	ns
a S <sub>(1)</sub>	7.1a	6.1b	***	6.5	6.6	ns	6.9a	7.1a	6.1b	6.1b	*	6.4a	6.7b	**
b S <sub>(1)</sub>	4.5a	3.1b	***	3.8	3.9	ns	4.5a	4.6a	3.1b	3.2b	*	3.7a	4.0b	**
L GS <sub>(2)</sub>	46.1a	44.2b	***	44.8a	45.4b	*	45.7a	46.4a	43.9b	44.4b	*	44.8a	45.4b	*
a GS <sub>(2)</sub>	6.8a	6.5b	**	6.7	6.6	ns	7.0a	6.7ab	6.4b	6.6ab	*	6.6	6.7	ns
b GS <sub>(2)</sub>	2.3a	1.8b	***	2.0	2.1	ns	2.3a	2.3a	1.7b	1.9b	*	2.0	2.1	ns

(1): *Semimembranosus*

(2): *Gluteus Superficialis*

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

Effet du temps de transport, du temps de repos et du sexe sur les mesures de pH et la caractérisation colorimétrique

turés » se situe en dessous de 5,60 (MINVIELLE et al., 2001 ; BOUFFAUD et al., 2002), avec un écart de plus de 0,25 unité pH.

Les composantes de la couleur sont liées au pHu (Brewer et al., 2001), ce qui est confirmé par nos résultats ( $r = 0,69$  entre pHu et L\*, et  $r = 0,86$  entre L\* et b\* du *Semimembranosus*). Les paramètres colorimétriques L\*, a\* et b\* varient donc significativement en fonction de la note de déstructuration. Les jambons « déstructurés » sont ainsi en moyenne plus pâles, et plus intenses dans le rouge et le jaune (FRANCK et al., 2000 ; LEROY et al., 2001 ; MINVIELLE et al., 2001), qu'il s'agisse de mesures effectuées au niveau du *Semimembranosus* ou du *Gluteus Superficialis* (tableau 2). Bien que la déstructuration touche préférentiellement le *Semimembranosus*, les mesures de colorimétrie sur le *Gluteus Superficialis* paraissent intéressantes : l'écart de L\* ou de b\* entre jambons indemnes et « déstructurés » dépasse 2 unités d'écart type, confirmant les résultats de LEROY et al. (2001).

La durée de transport a une influence très significative sur tous les critères de qualité technologique

En particulier l'influence est importante sur le pH ultime et les composantes de la couleur des deux muscles, contrairement à la durée de repos à l'abattoir (tableau 3). L'écart de pH1 et de pH2h30, bien qu'il soit faible (inférieur à 0,1

unité pH), semble montrer qu'un transport court favoriserait l'apparition de viande PSE (GISPERT et al., 2000), le stress étant très important au chargement (BRADSHAW, 1996). Cependant, l'allongement de la durée de repos de 2 à 6 h après un transport court, n'a pas d'influence sur les valeurs moyennes de pH1, ni de pH2h30 (lot A1 et A2).

Le pHu est fortement influencé par la durée de transport, à durée de jeûne équivalente, l'écart étant supérieur à 0,1 unité pH pour une tournée plus longue de 2 h ; l'allongement de la durée du temps de repos ultérieur n'ayant par ailleurs pas d'influence (lot B1 et B2). GISPERT et al. (2000) relatent une consommation plus importante du glycogène lors des transports plus longs, notamment lorsqu'ils sont associés à une durée de jeûne longue, ce qui est le cas dans notre protocole et pourrait ainsi expliquer nos résultats.

Du fait de la forte influence de la durée de transport sur le pH ultime, les muscles issus de porcs ayant fait l'objet d'un transport long sont plus foncés et moins saturés dans le rouge et le jaune que ceux issus de porcs transportés 1 h.

Le sexe a un effet significatif sur les valeurs moyennes du pH ultime et certaines mesures de couleurs, mais les écarts entre valeurs sont faibles comparativement à l'influence de la durée de transport.

L'influence de la durée de transport sur le pH est à mettre en relation avec celle du transport sur la note de déstructuration (tableau 1). Un allongement de la durée de la tournée entraîne une augmentation des valeurs moyennes de pH1, pH2

et pHu et une réduction de la proportion de viandes déstructurées. Or le lien entre pH et fréquence d'apparition des viandes déstructurées est un fait bien établi (BALAC et al., 1998 ; FRANCK et al., 1999 , 2000 ; AUBRY et al., 2000 ; LEROY et al., 2001 ; MINVIELLE et al., 2001 ; BOUFFAUD et al., 2002 ; MINVIELLE et al., 2002).

## CONCLUSION

Cette étude centrée sur l'effet combiné des durées de transport et de repos sur la fréquence d'apparition des jambons déstructurés, pour une durée de jeûne de 24 h, a permis de mettre en évidence un effet favorable de l'allongement de la durée de la tournée de ramassage des porcs sur la fréquence d'apparition du défaut. L'allongement de la durée de repos à l'abattoir de 2 à 6 h, dans nos conditions d'ajournement constant, n'a pas eu d'influence significative.

Le lien entre la déstructuration, les pH et les mesures de couleur a été confirmé, 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 et de carcasses plus lourdes et plus maigres, conformément à ce qui avait été précédemment rapporté.

En revanche, cette étude met en évidence une très faible fréquence de jambons « déstructurés », c'est-à-dire sévèrement touchés par le

défaut (notes 3 et 4), la fréquence observée étant 10 fois plus faible que celle habituellement rapportée (BOUFFAUD et al., 2002). Ce résultat est assez surprenant puisqu'un certain nombre de facteurs de risque précédemment identifiés étaient réunis : génétique dite « sensible » avec un mâle Large White croisé Piétrain, animaux assez maigres (TVM élevée, M2 forte, G1 et G2 faibles) et plus lourds (MINVIELLE et al., 2001). Cependant, le pH ultime, identifié comme le facteur explicatif essentiel de la note de déstructuration (AUBRY et al., 2000 ; MINVIELLE et al., 2001) était maîtrisé à travers une durée de jeûne fixée : les porcs étaient abattus 24 h environ après leur dernier repas, quelles que soient les durées de transport et d'attente à l'abattoir. Les pH ultimes obtenus dans cette étude, 5,82 en moyenne, sont ainsi très supérieurs à ceux habituellement observés en abattoir (5,66 selon FROTIN et al., 2001). Il apparaît qu'un allongement de la durée de transport de 2 h augmente le pH ultime de plus de 0,1 unité pH et permet d'augmenter le pourcentage de jambons indemnes du défaut déstructuré de 92 % à 98 %.

En effet, un transport plus long induit une plus forte consommation du glyco-gène musculaire et donc un pHu plus élevé (GISPERT et al., 2000), ce qui limite l'apparition des viandes déstructurées.

L'importance de la durée de transport sur la fréquence de déstructuration doit être néanmoins relativisée : dans le cadre d'une mise à jeun maîtrisée le transport « court » ne se traduit que par moins de 3 % de jambons « déstructurés ».

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

Les temps de transport et de repos à l'abattoir n'apparaissent pas comme des facteurs de risque majeurs pour le défaut déstructuré, lorsque la mise à jeun est maîtrisée (20 à 24 h) et qu'une durée minimale de repos de 2 h est respectée à l'abattoir, conformément aux recommandations de l'ITP.

L'influence des conditions météorologiques et du système d'abattage sur la fréquence d'apparition du défaut, seront étudiés dans un prochain article.

### Remerciements

Etude réalisée avec le concours financier des Ministères de la Recherche et de l'Agriculture et de l'OFIVAL.

Nous tenons à remercier également l'éleveur, les chauffeurs, les responsables et le personnel du groupe-ment, de l'abattoir et de la découpe pour leur collaboration active à la réussite de cette étude.

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

- 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 en France, 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- SAS, 1999.** SAS OnlineDoc Version 8, SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.