

# Effets interactifs des gènes RN et HAL sur la qualité de la viande

## Résultats obtenus lors de la fabrication de jambon cuit prétranché

*Pascale LE ROY (1), G. MONIN (2), R. KÉRISIT (3), G. JEANOT (4), J.C. CARITEZ (5), Y. AMIGUES (6),  
H. LAGANT (1), J. BOULARD (3), Y. BILLON (5), J.M. ELSEN (7), P. SELLIER (1)*

*(1) I.N.R.A., Station de Génétique Quantitative et Appliquée - 78352 Jouy-en-Josas Cedex*

*(2) I.N.R.A., Station de Recherches sur la Viande - 63122 Saint-Genès-Champanelle*

*(3) I.T.P., Pôle Qualité - B.P. 3, 35651 Le Rheu Cedex*

*(4) Fleury Michon Charcuterie S.A. - B.P. 1, 85700 Pouzauges*

*(5) I.N.R.A. - Domaine du Magneraud, 17700 Surgères*

*(6) LABOGENA - 78352 Jouy-en-Josas Cedex*

*(7) I.N.R.A., Station d'Amélioration Génétique des Animaux - B.P. 27, Auzeville, 31326 Castanet-Tolosan Cedex*

### **Effets interactifs des gènes RN et HAL sur la qualité de la viande : résultats obtenus lors de la fabrication de jambon cuit prétranché**

Une expérience a été réalisée pour estimer les effets interactifs des deux gènes HAL (allèles N et n) et RN (allèles RN- et rn+) sur la note de déstructuration du jambon frais et les pertes au tranchage du jambon cuit. Des porcs des 9 génotypes combinés RN-HAL ont été produits et une vingtaine de jambons par génotype a été transformée en barres de jambon cuit selon le procédé " jambon supérieur " prétranché-préemballé. Les résultats montrent des effets majeurs des deux gènes RN et HAL sur la note de déstructuration et sur les pertes au tranchage. L'interaction entre les mutations RN-et n est très significative. Elle amplifie la déstructuration des viandes menant à une proportion accrue de tranches rejetées car exsudatives ; par contre, elle tempère l'effet défavorable de RN- sur la tenue de tranche. La déstructuration de la viande apparaît donc consécutive à une chute de pH rapide après la mort associée à des réserves en glycogène musculaire importantes, rappelant le syndrome PSE. Par ailleurs, les relations entre la note de déstructuration et les caractères de croissance et de composition corporelle semblent légèrement défavorables.

### **Interactive effects of the RN and HAL genes on pigmeat quality : results on processing and slicing of cured-cooked ham**

An experiment was set up in order to estimate the interactive effects of the two genes HAL (N and n alleles) and RN (RN- and rn+ alleles) on the score of fresh ham destructuration and on slicing losses of cured-cooked hams. Pigs of the 9 combined RN-HAL genotypes were produced and about twenty hams per genotype were transformed in cured-cooked ham bars using the " superior ham " sliced-packed up process. The results show major effects of the two RN and HAL genes on destructuration score and slicing losses. The interaction effect between the RN- and n mutations is very significant. It increases the meat destructuration leading to higher proportion of slices rejected for exsudative status. On the contrary, it reduces the unfavourable effect of RN- on slice cohesiveness. The meat destructuration so appears as a consequence of fast pH fall after death associated with high muscular glycogen stores, reminding the PSE syndrome. Moreover, the relationships of destructuration score with growth or body composition traits seem to be slightly unfavourable.

## INTRODUCTION

Chez le porc, les effets majeurs du gène RN, avec ses deux allèles  $rn+$  et  $RN-$ , et du gène HAL, avec ses deux allèles N et n, sur la qualité de la carcasse sont aujourd'hui bien documentés (SELLIER, 1998). L'origine génétique des "viandes pâles, flasques et exsudatives (viandes PSE)" est ainsi classiquement attribuée au génotype homozygote nn, alors que celle de la "viande acide" est attribuée à la présence de l'allèle  $RN-$ . Par ailleurs, ces deux mutations ont des effets sur la composition corporelle des animaux. Bien que les mécanismes biochimiques mis en cause dans l'un et l'autre cas soient différents, il est établi que ces deux mutations affectent la cinétique de la glycolyse musculaire post mortem. L'interaction entre les effets des deux gènes RN et HAL pourrait donc être significative pour certains critères de qualité de la carcasse. Afin d'apporter des éléments de réponse à cette question, des porcs des 9 génotypes combinés  $RN-HAL$  ont été mis en comparaison dans le cadre d'une expérimentation réalisée à l'INRA. Cette communication présente les résultats obtenus lors de la transformation des jambons en barres de jambon cuit selon le procédé «jambon supérieur».

## 1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1.1. Animaux

Les animaux ont été produits entre 1996 et 1998 dans l'élevage porcin du Domaine INRA du Magneraud. Ils sont issus du troupeau expérimental créé au Magneraud en 1990 pour étudier le gène RN (LE ROY et al, 2000b) à partir d'animaux de la lignée synthétique Laconie créée et sélectionnée par Pen ar Lan. Pour obtenir des animaux des 9 génotypes combinés  $RN-HAL$ , 4 mâles et 20 femelles  $RN-RN-$  et Nn, et 4 mâles et 22 femelles  $rn+rn+$  et Nn, ont été utilisés comme parents. Le gène RN n'étant pas encore identifié au niveau moléculaire à cette époque (MILAN et al, 2000), le génotype au locus RN de ces reproducteurs a été déterminé suite à un testage sur descendance pour le rendement technologique Napole pratiqué lors des phases précédentes du protocole. Par contre, le génotype HAL des descendants de ces accouplements a pu être établi individuellement grâce à un test moléculaire (DALENS et RUNAVOT, 1993). Ainsi, dans une portée donnée, tous les porcelets étaient du même génotype RN, connu a priori d'après les génotypes des parents, et les trois génotypes HAL étaient représentés avec, en espérance, 25% de NN, 50% de Nn et 25% de nn.

Près de 850 porcs ont été produits dans le cadre de cette expérience et environ 450 ont été abattus à l'abattoir de Celles sur Belle (LE ROY et al, 2000a). Parmi ceux-ci, un sous échantillon de 195 animaux (à raison de 19 à 26 porcs par génotype  $RN-HAL$  (tableau 1)) a fait l'objet de mesures spécifiques lors d'une transformation des jambons en barres de jambon cuit.

### 1.2. Caractères analysés

La vingtaine de jambons souhaitée par génotype  $RN-HAL$  a été disponible en 19 séries d'abattage. Les jambons ont

donc dû être congelés puis transférés à l'usine de la société Fleury Michon à Pouzauges. Ils ont alors fait l'objet d'une transformation en barres de jambon cuit selon le procédé "jambon supérieur" de cette usine. Au désossage, l'état de déstructuration du tissu musculaire de chaque jambon a été apprécié subjectivement selon la grille de notation mise au point par S. BARBRY (ABC Industries), la note 1 correspondant à une viande sans déstructuration et la note 4 à une viande très déstructurée.

Les jambons ont ensuite été traités en 9 lots, à raison d'un lot par génotype  $RN-HAL$ . Pour chaque lot, les poids de viande congelée (X1), après décongélation (X2), après désossage et parage (X3), après saumurage (X4) et après cuisson (X5), ont été enregistrés. Les rendements de transformation ont été calculés : à la décongélation ( $X2/X1$ ), au parage ( $X3/X2$ ), au saumurage ( $X4/X3$ ) et à la cuisson ( $X5/X4$ ). Après démoulage, les barres de jambon ont été tranchées à l'aide d'une trancheuse industrielle dans les conditions habituelles de production du jambon prétranché-préemballé. Les proportions de tranches rejetées pour insuffisance de tenue ou pour caractère exsudatif ont été mesurées.

Dans la suite de cet article, nous avons tenté de cerner les relations existant entre l'état de déstructuration du jambon et les autres caractères de production (croissance, composition corporelle et qualité de la viande). Nous avons alors considéré l'ensemble des variables enregistrées sur ces 195 animaux :

- pour les variables de croissance et de composition corporelle :
  - le gain moyen quotidien, évalué entre 30 et 100 kg de poids vif ;
  - le rendement de carcasse, calculé comme le rapport entre le poids de carcasse froide et le poids vif à l'abattage ;
  - la longueur de la carcasse ;
  - les épaisseurs de lard mesurées sur la carcasse au cou, au dos et au rein, et leur moyenne ;
  - les poids des morceaux (tête, jambon, longe, hachage, poitrine, bardière, pieds) issus d'une découpe normalisée (ANONYME, 1990) ;
  - la teneur en viande maigre (TVM) ;
- pour les variables de qualité de la viande :
  - le pH mesuré 35 minutes après la mort sur les 3 muscles longissimus, semimembranosus et semispinalis capitis ;
  - le pH mesuré 24 heures après la mort sur les 7 muscles longissimus, gluteus superficialis, gluteus profundis, biceps femoris, adductor femoris, semimembranosus et semispinalis capitis ;
  - la couleur ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) mesurée 24 heures après la mort avec un chromamètre Minolta CR-300 sur les mêmes 7 muscles ;
  - le temps d'imbibition mesuré 24 heures après la mort sur les 2 muscles longissimus et biceps femoris ;
  - les pertes d'exsudat et les pertes à la cuisson enregistrées sur une côtelette traitée selon la méthode de HONIKEL (1987) ;
  - le rendement technologique Napole (RTN ; NAVEAU et al, 1985).

### 1.3. Analyses statistiques

La note de déstructuration a été soumise à une analyse de la variance prenant en compte la distribution discrète de cette variable (modèle à seuils ; GIANOLA, 1982). Les effets fixés du génotype RN, du génotype HAL et de leur interaction ont été inclus dans le modèle d'analyse, ainsi que les effets fixés du sexe (mâle castré ou femelle), de la date d'abattage (19 niveaux) et la covariable poids vif à l'abattage. La fréquence de chaque note de 1 à 4 en fonction du génotype, prédite par ce modèle d'analyse, a été estimée.

Pour juger des relations entre la note de déstructuration du jambon et les caractères de croissance et de carcasse, des analyses de variance ont été réalisées avec la procédure GLM du logiciel SAS. La note de déstructuration a été incluse dans le modèle comme un effet fixé à 4 niveaux pour lequel les moyennes des moindres carrés ont été estimées. Pour chaque variable, deux analyses successives ont été réalisées en prenant en compte (analyse intra-génotype) ou non (analyse globale) les effets fixés du génotype RN, du génotype HAL et de leur interaction. Le modèle utilisé inclut également les effets fixés du sexe, de la bande de naissance pour les variables de croissance et de composition corporelle, de la série d'abattage pour les variables de qualité de la viande, de la covariable " poids en début de contrôle " pour le gain moyen quotidien et " poids vif à l'abattage " pour les autres variables.

## 2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

### 2.1. Effets des gènes RN et HAL

Les résultats de l'analyse de variance montrent des effets très hautement significatifs du génotype au locus RN, du génotype au locus HAL et de leur interaction sur la note de déstructuration des jambons. Par ailleurs, l'effet fixé de la date d'abattage se révèle également très hautement significatif sur cette variable, alors que les effets du sexe et du poids à l'abattage apparaissent non significatifs. Les fréquences prédites par le modèle pour chaque note, de 1 à 4, et chaque génotype combiné RN-HAL sont données au tableau 1.

L'effet défavorable dominant de l'allèle RN<sup>-</sup>, bien connu sur la plupart des prédictors de qualité de la viande (LE ROY et

al, 2000b), se retrouve ici sur la note de déstructuration. De même, en ce qui concerne le gène HAL, l'effet défavorable partiellement récessif de l'allèle n, également bien connu sur les critères de qualité " classiques " (LARZUL et al, 1997) mais aussi évoqué précédemment comme influant sur la note de déstructuration des jambons (FRANCK et al, 1999 ; AUBRY et al, 2000), est retrouvé. A génotype rn<sup>+</sup>rn<sup>+</sup> fixé, l'effet du gène HAL sur la note de déstructuration porte surtout sur une augmentation des notes 2 et, dans une moindre mesure, 3 et 4 au détriment de la note 1. Cette augmentation est du même ordre de grandeur pour le gène RN à génotype NN fixé. Le fait marquant est surtout l'apparition d'une forte proportion de notes 3 et surtout 4, lorsque les deux mutations sont présentes chez le même animal : en espérance, plus de 80% des jambons provenant de porcs porteurs de RN<sup>-</sup> et homozygotes nn présentent une déstructuration grave (notés 3 ou 4). Ces résultats sont à rapprocher de ceux obtenus dans cette même expérience sur les caractéristiques physico-chimiques des muscles (LE ROY et al, 2000a ; tableau 3, p 106). En effet, ceux-ci montrent un effet " boule de neige " des deux gènes RN et HAL sur tous les prédictors du pouvoir de rétention d'eau de la viande fraîche (pH 35 minutes post mortem, pertes d'exsudat).

L'effet du génotype combiné RN-HAL sur les rendements à la transformation et les pertes au tranchage des pains de jambon est illustré par le tableau 2 (p 106). Ce tableau présente les valeurs brutes observées, car nous ne disposons que d'une valeur par génotype RN-HAL pour ces variables mesurées sur les pains de jambon. S'il n'apparaît pas de tendance nette pour les rendements à la décongélation et au parage, l'effet majeur, de l'ordre de 8 à 10 points, défavorable et dominant de l'allèle RN<sup>-</sup> sur le rendement à la cuisson est ici encore vérifié, l'effet du gène HAL semblant plus réduit. Par ailleurs, il faut souligner que les faibles rendements à la cuisson obtenus ici, en comparaison des rendements habituellement observés avec le même procédé de fabrication, sont probablement à mettre en rapport avec la congélation de la matière première à laquelle nous avons été contraints.

En ce qui concerne les rejets au tranchage, les deux gènes semblent avoir des effets interactifs forts. Dans le cas des problèmes de tenue de tranche, il semble s'agir d'un effet " compensateur " de la mutation RN<sup>-</sup> par la mutation n, comme nous l'avons déjà observé pour le RTN et les pertes

**Tableau 1** - Nombre de porcs contrôlés et fréquences prédites des notes de déstructuration du jambon pour chaque génotype RN-HAL (en %)

Génotype	Nombre de porcs	Note 1	Note 2	Note 3	Note 4
rn <sup>+</sup> rn <sup>+</sup> NN	21	91,4	7,0	1,4	0,3
rn <sup>+</sup> rn <sup>+</sup> Nn	21	78,8	17,3	3,3	0,7
rn <sup>+</sup> rn <sup>+</sup> nn	22	42,5	33,7	15,7	8,1
RN <sup>-</sup> rn <sup>+</sup> NN	21	65,6	24,0	7,5	2,9
RN <sup>-</sup> rn <sup>+</sup> Nn	21	12,4	29,6	25,8	32,1
RN <sup>-</sup> rn <sup>+</sup> nn	26	3,6	14,7	21,0	60,7
RN <sup>-</sup> RN <sup>-</sup> NN	23	52,4	32,7	11,1	4,0
RN <sup>-</sup> RN <sup>-</sup> Nn	21	14,9	30,8	25,3	29,0
RN <sup>-</sup> RN <sup>-</sup> nn	19	3,6	14,8	24,0	57,6

**Tableau 2** - Effet du génotype RN-HAL sur les rendements à la transformation et les pertes au tranchage des pains de jambon

Génotype	Rendements (%)			Tranches écartées (%)	
	Décongélation	Parage	Cuisson	Pour tenue	Exsudative
rn <sup>+</sup> rn <sup>+</sup> NN	98,6	49,0	91,6	4,6	1,4
rn <sup>+</sup> rn <sup>+</sup> Nn	98,3	50,5	88,0	6,6	0,2
rn <sup>+</sup> rn <sup>+</sup> nn	99,3	49,3	88,7	6,3	2,0
RN <sup>-</sup> rn <sup>+</sup> NN	99,5	42,0	79,6	18,3	6,5
RN <sup>-</sup> rn <sup>+</sup> Nn	97,0	49,1	81,0	11,2	11,9
RN <sup>-</sup> rn <sup>+</sup> nn	97,1	49,9	79,8	8,0	10,1
RN <sup>-</sup> RN <sup>-</sup> NN	98,5	44,0	83,8	22,3	4,7
RN <sup>-</sup> RN <sup>-</sup> Nn	99,4	45,8	79,7	16,9	7,5
RN <sup>-</sup> RN <sup>-</sup> nn	98,3	51,4	80,4	13,0	18,0

**Tableau 3** - Effet du génotype RN-HAL sur les pH 35 minutes et 24 heures post mortem et sur les pertes d'exsudat

Muscle Génotype	pH 35 minutes post mortem		pH 24 heures post mortem		Pertes d'exsudat (%)
	Longissimus	Semi membranous	Longissimus	Semi membranous	Longissimus
rn <sup>+</sup> rn <sup>+</sup> NN	6,89 <sup>a</sup>	6,89 <sup>a</sup>	5,78 <sup>a</sup>	5,75 <sup>a</sup>	3,5 <sup>a</sup>
rn <sup>+</sup> rn <sup>+</sup> Nn	6,61 <sup>b</sup>	6,61 <sup>b</sup>	5,67 <sup>ab</sup>	5,79 <sup>a</sup>	3,5 <sup>a</sup>
rn <sup>+</sup> rn <sup>+</sup> nn	6,24 <sup>c</sup>	6,15 <sup>c</sup>	5,71 <sup>ab</sup>	5,71 <sup>a</sup>	4,5 <sup>ab</sup>
RN <sup>-</sup> rn <sup>+</sup> NN	6,74 <sup>ab</sup>	6,52 <sup>b</sup>	5,65 <sup>ab</sup>	5,55 <sup>b</sup>	4,0 <sup>a</sup>
RN <sup>-</sup> rn <sup>+</sup> Nn	6,63 <sup>b</sup>	6,44 <sup>b</sup>	5,59 <sup>bc</sup>	5,54 <sup>b</sup>	4,5 <sup>ab</sup>
RN <sup>-</sup> rn <sup>+</sup> nn	6,06 <sup>c</sup>	5,68 <sup>d</sup>	5,49 <sup>c</sup>	5,51 <sup>b</sup>	5,4 <sup>b</sup>
RN <sup>-</sup> RN <sup>-</sup> NN	6,83 <sup>ab</sup>	6,71 <sup>ab</sup>	5,63 <sup>abc</sup>	5,57 <sup>b</sup>	4,2 <sup>a</sup>
RN <sup>-</sup> RN <sup>-</sup> Nn	6,69 <sup>b</sup>	6,49 <sup>b</sup>	5,65 <sup>ab</sup>	5,55 <sup>b</sup>	4,4 <sup>ab</sup>
RN <sup>-</sup> RN <sup>-</sup> nn	6,04 <sup>c</sup>	5,79 <sup>d</sup>	5,61 <sup>bc</sup>	5,51 <sup>b</sup>	6,7 <sup>c</sup>

<sup>a,b,c,d</sup> dans une même colonne, les estimées affectées d'une même lettre ne diffèrent pas au seuil de 5%.

à la cuisson (LE ROY et al, 2000a). En revanche, dans le cas des tranches jugées exsudatives, un effet d'interaction " amplificateur " du phénomène, tel que décrit plus haut, est observé.

## 2.2. Relations entre la note de déstructuration et les autres caractères

Les relations entre la note de déstructuration des jambons et les caractères de croissance et de qualité de la carcasse sont ici appréhendées par l'estimation pour ces caractères des moyennes des moindres carrés de l'effet " note de déstructuration " (tableaux 4 à 7). Pour chaque variable, l'analyse a été menée sans, puis avec, correction pour l'effet du génotype RN-HAL afin de juger de la part de la corrélation due au génotype combiné aux deux gènes majeurs.

Lorsque la note de déstructuration augmente, la croissance est plus rapide, la carcasse plus courte, l'épaisseur de lard plus forte au cou et plus faible au rein, le poids de jambon plus fort, le poids de poitrine et le poids de bardière plus

faibles, la TVM plus forte (tableau 4). Ces tendances sont significatives pour la longueur de la carcasse, l'épaisseur de lard au rein, le poids de jambon, le poids de bardière et la TVM, lorsque les variables ne sont pas ajustées pour l'effet du génotype RN-HAL.

En ce qui concerne les relations avec les mesures de pH (tableau 5, p 108), l'augmentation de la note de déstructuration correspond à une diminution des pH, à 35 minutes comme à 24 h post mortem, et ce dans tous les muscles. La diminution du pH 35 minutes dans le muscle semimembranosus est symptomatique du défaut et demeure très hautement significative même à génotype RN-HAL fixé. Parmi les mesures de couleur de la viande (tableau 6, p 109), la mesure de clarté L\* semble être celle la plus liée à la note, les viandes plus pâles recevant des notes significativement plus élevées et ce même intra-génotype RN-HAL. Les deux paramètres a\* (indice de rouge) et b\* (indice de jaune) augmentent également avec la note mais ces évolutions ne se maintiennent pas à génotype RN-HAL fixé. Par ailleurs, la liaison forte entre note de déstructuration du jambon et pH à

**Tableau 4** - Relations globale (sur la 1<sup>ère</sup> ligne) et intra-génotype RN-HAL (sur la 2<sup>ème</sup> ligne) entre la note de déstructuration du jambon et les mesures de croissance et de composition corporelle (E.T. = écart-type résiduel)

Caractère	E.T.	Note 1	Note 2	Note 3	Note 4	P>F	
<b>Gain moyen quotidien (g/j)</b>	85 84	855 854	859 864	865 872	884 897		
<b>Rendement de carcasse (%)</b>	1,5 1,5	77,5 77,7	77,7 77,6	78,4 78,1	77,7 77,4		
<b>Longueur de la carcasse (mm)</b>	29 26	941 <sup>a</sup> 940	935 <sup>a</sup> 936	936 <sup>a</sup> 938	920 <sup>b</sup> 927	**	
<b>Épaisseur de lard (mm)</b>	au cou	4,9 4,9	31,1 31,7	31,8 31,8	32,4 32,2	33,2 32,7	*
	au dos	3,5 3,4	22,2 22,3	21,7 21,5	21,9 21,8	22,1 21,7	
	au rein	3,2 3,1	13,0 <sup>ab</sup> 12,8	13,9 <sup>b</sup> 13,9	12,1 <sup>a</sup> 12,3	11,9 <sup>a</sup> 12,0	
	moyenne	3,0 2,9	22,1 22,2	22,5 22,4	22,2 22,1	22,4 22,1	
	Tête	0,33 0,33	4,00 4,03	4,02 4,06	3,89 3,94	3,91 3,94	
Jambon	0,51 0,51	10,49 <sup>a</sup> 10,53	10,66 <sup>ab</sup> 10,65	10,71 <sup>ab</sup> 10,68	10,79 <sup>b</sup> 10,78		
	Longe	0,63 0,61	11,72 11,88	11,86 11,79	11,98 11,80	11,92 11,70	
<b>Poids des morceaux (kg)</b>	Hachage	0,34 0,33	6,09 6,06	6,07 6,08	6,06 6,08	5,98 6,02	
	Poitrine	0,37 0,38	4,46 4,44	4,45 4,43	4,40 4,38	4,29 4,29	
Bardière	0,34 0,35	2,59 <sup>a</sup> 2,57	2,53 <sup>ab</sup> 2,53	2,50 <sup>ab</sup> 2,51	2,39 <sup>b</sup> 2,38	*	
	Pieds	0,07 0,06	0,89 0,89	0,89 0,89	0,90 0,90		0,89 0,91
<b>Teneur en viande maigre (%)</b>	2,0 2,0	60,6 <sup>a</sup> 61,2	61,6 <sup>b</sup> 61,5	62,1 <sup>b</sup> 61,6	62,3 <sup>b</sup> 61,7	***	

<sup>a,b,c</sup> : sur une même ligne, les estimées affectées d'une même lettre ne diffèrent pas au seuil de 5%

P>F : niveau de signification de l'effet " note " : \* = 5% ; \*\* = 1% ; \*\*\* = 1‰

35 minutes ou à 24 h post mortem, ainsi que L\* de la longe, doit être soulignée. Enfin, comme attendu au vu des effets sur les mesures de pH, les viandes présentant des temps d'imbibition plus courts, des pertes d'exsudat et à la cuisson plus fortes et des RTN plus faibles, reçoivent des notes plus élevées (tableau 7, p 108). Cependant ces écarts ne sont plus significatifs intra-génotype RN-HAL. Sur l'ensemble de ces critères de qualité de la viande, la distinction est toujours très nette entre des jambons notés 1 ou 4 alors que les écarts avec les notes intermédiaires 2 et 3 sont en général plus ténus.

## CONCLUSION

Cette comparaison d'animaux des 9 génotypes combinés RN-HAL permet de confirmer les effets majeurs pressentis des gènes HAL et RN sur la note de déstructuration des jam-

bons. L'interaction entre les deux mutations RN- et n amplifie très fortement la déstructuration des viandes ainsi que la proportion de tranches rejetées car jugées exsudatives. Par contre, la mutation n semble compenser les effets défavorables de la mutation RN- sur la proportion de tranches rejetées pour tenue insuffisante, ce qui permet d'affirmer que ces deux défauts sont différents. Nous confirmons donc que la cause de la déstructuration des viandes est très probablement une vitesse de chute du pH élevée associée à des réserves importantes en glycogène musculaire, c'est à dire à un phénomène physiologique proche du syndrome des viandes PSE. Dans la mesure où les produits terminaux des schémas de croisement français sont aujourd'hui rarement porteurs de l'allèle RN- ou homozygotes nn, le problème des viandes déstructurées risque surtout de se poser lors de la production de porcs hétérozygotes Nn au locus de la sensibilité à l'halothane. En effet, s'il est d'usage de considérer

**Tableau 5** - Relations globale (*sur la 1ère ligne*) et intra-génotype RN-HAL (*sur la 2ème ligne*) entre la note de déstructuration du jambon et les mesures de pH

pH	Muscle	E.T.	Note 1	Note 2	Note 3	Note 4	P>F
À 35 min post mortem	<b>Longissimus</b>	0,30	6,72 <sup>a</sup>	6,49 <sup>b</sup>	6,47 <sup>b</sup>	6,19 <sup>c</sup>	***
		0,21	6,61 <sup>a</sup>	6,51 <sup>ab</sup>	6,51 <sup>ab</sup>	6,40 <sup>b</sup>	*
	<b>Semimembranosus</b>	0,30	6,68 <sup>a</sup>	6,30 <sup>b</sup>	6,24 <sup>b</sup>	5,87 <sup>c</sup>	***
		0,19	6,54 <sup>a</sup>	6,32 <sup>b</sup>	6,30 <sup>b</sup>	6,14 <sup>c</sup>	***
	<b>Semispinalis capitis</b>	0,19	6,72 <sup>a</sup>	6,62 <sup>b</sup>	6,62 <sup>b</sup>	6,46 <sup>c</sup>	***
		0,18	6,67	6,63	6,66	6,56	
À 24 h post mortem	<b>Longissimus</b>	0,17	5,71 <sup>a</sup>	5,62 <sup>b</sup>	5,66 <sup>ab</sup>	5,52 <sup>c</sup>	***
		0,16	5,67 <sup>a</sup>	5,62 <sup>ab</sup>	5,69 <sup>a</sup>	5,57 <sup>b</sup>	*
	<b>Gluteus superficialis</b>	0,12	5,63 <sup>a</sup>	5,55 <sup>b</sup>	5,53 <sup>bc</sup>	5,49 <sup>c</sup>	***
		0,11	5,58	5,55	5,55	5,53	
	<b>Gluteus profundus</b>	0,26	5,82 <sup>a</sup>	5,73 <sup>ab</sup>	5,65 <sup>b</sup>	5,63 <sup>b</sup>	**
		0,24	5,72	5,74	5,71	5,74	
	<b>Biceps femoris</b>	0,13	5,68 <sup>a</sup>	5,59 <sup>b</sup>	5,57 <sup>b</sup>	5,57 <sup>b</sup>	***
		0,11	5,64	5,60	5,60	5,61	
	<b>Adductor femoris</b>	0,18	5,73 <sup>a</sup>	5,58 <sup>b</sup>	5,60 <sup>b</sup>	5,54 <sup>b</sup>	***
		0,16	5,68	5,59	5,64	5,59	
	<b>Semimembranosus</b>	0,15	5,69 <sup>a</sup>	5,57 <sup>b</sup>	5,57 <sup>b</sup>	5,53 <sup>b</sup>	***
		0,13	5,63	5,58	5,61	5,60	
<b>Semispinalis capitis</b>	0,27	6,14	6,10	6,11	6,05		
	0,26	6,12	6,11	6,14	6,10		

**Tableau 7** - Relations globale (*sur la 1ère ligne*) et intra-génotype RN-HAL (*sur la 2ème ligne*) entre la note de déstructuration du jambon et les mesures de pouvoir de rétention d'eau de la viande fraîche et de perte de poids à la cuisson

Caractère	Muscle	E.T.	Note 1	Note 2	Note 3	Note 4	P>F
<b>Temps imbibition (s)</b>	<b>Longissimus</b>	61	129 <sup>a</sup>	104 <sup>b</sup>	78 <sup>bc</sup>	48 <sup>c</sup>	***
		49	100	108	99	85	
	<b>Biceps femoris</b>	38	181 <sup>a</sup>	173 <sup>a</sup>	167 <sup>a</sup>	145 <sup>b</sup>	***
		36	171	172	171	162	
<b>Pertes exsudat (%)</b>	<b>Longissimus</b>	1,4	3,9 <sup>a</sup>	4,5 <sup>b</sup>	4,6 <sup>b</sup>	5,5 <sup>c</sup>	***
		1,3	4,4	4,5	4,4	4,9	
<b>Pertes à la cuisson (%)</b>	<b>Longissimus</b>	3,1	29,5 <sup>a</sup>	31,0 <sup>b</sup>	31,0 <sup>b</sup>	31,1 <sup>b</sup>	*
		2,9	29,7	30,8	30,6	30,8	
<b>RTN (%)</b>	<b>Semimembranosus</b>	1,9	92,3 <sup>a</sup>	91,8 <sup>a</sup>	90,6 <sup>b</sup>	89,8 <sup>b</sup>	***
		1,5	91,3	92,0	91,3	91,1	

que l'allèle n est récessif sur l'apparition du syndrome PSE, il est ici de nouveau démontré que cette récessivité n'est que partielle, c'est à dire que la viande issue d'hétérozygotes Nn n'a pas les mêmes caractéristiques physico-chimiques que celle provenant de porcs NN. Quand il est associé à un niveau élevé de potentiel glycolytique musculaire, le génotype Nn pourrait alors conduire à l'apparition de viandes déstructurées. Il faut cependant noter que l'incidence sur les pertes au tranchage du jambon cuit supérieur semble dans ce cas assez limitée. Par ailleurs, les liaisons entre note de déstructuration des jambons et caractères de croissance et

de qualité de la carcasse semblent assez faibles bien qu'une légère tendance existe pour une apparition plus fréquente du défaut chez les porcs à croissance plus rapide et à teneur en viande maigre plus élevée.

## REMERCIEMENTS

Cette étude fait partie du projet " Maîtrise des qualités de la viande de porc selon son utilisation (consommation en frais ou transformation) : effets génétiques et environnementaux sur le génotype musculaire ", financé par l'OFIVAL.

**Tableau 6** - Relations globale (*sur la 1ère ligne*) et intra-génotype RN-HAL (*sur la 2ème ligne*) entre la note de déstructuration du jambon et les mesures de couleur

Caractère	Muscle	E.T.	Note 1	Note 2	Note 3	Note 4	P>F	
<b>L*</b> (échelle 0-100)	<b>Longissimus</b>	3,7	49,6 <sup>a</sup>	52,7 <sup>b</sup>	52,7 <sup>b</sup>	55,0 <sup>c</sup>	***	
		3,2	50,4 <sup>a</sup>	52,7 <sup>b</sup>	52,4 <sup>b</sup>	53,3 <sup>b</sup>	**	
	<b>Gluteus superficialis</b>	3,8	48,3 <sup>a</sup>	50,7 <sup>b</sup>	52,4 <sup>bc</sup>	54,3 <sup>c</sup>	***	
		3,6	49,5 <sup>a</sup>	50,6 <sup>ab</sup>	51,6 <sup>bc</sup>	52,6 <sup>c</sup>	*	
	<b>Gluteus profundis</b>	4,3	43,9 <sup>a</sup>	45,3 <sup>ac</sup>	47,7 <sup>b</sup>	46,9 <sup>bc</sup>	***	
		4,1	45,4	45,1	46,7	45,5		
	<b>Biceps femoris</b>	4,2	49,8	50,7	52,2	50,5		
		4,2	50,2	50,8	52,3	50,1		
	<b>Adductor femoris</b>	4,0	36,3	38,5	36,9	37,9		
		4,0	36,8	38,4	36,5	37,2		
	<b>Semimembranosus</b>	3,9	45,9 <sup>a</sup>	47,6 <sup>b</sup>	48,7 <sup>bc</sup>	49,8 <sup>c</sup>	***	
		3,8	46,6	47,6	48,4	49,1		
	<b>Semispinalis capitis</b>	4,9	44,0	45,5	45,1	44,4		
		4,9	44,6	45,4	44,8	43,6		
	<b>a*</b> (échelle 0-60)	<b>Longissimus</b>	1,9	10,4 <sup>a</sup>	11,1 <sup>ab</sup>	10,7 <sup>a</sup>	11,7 <sup>b</sup>	*
			1,9	10,6	11,1	10,6	11,1	
		<b>Gluteus superficialis</b>	2,5	12,6	12,3	13,4	13,6	
			2,4	13,4	12,3	13,0	12,6	
<b>Gluteus profundis</b>		3,8	19,3 <sup>a</sup>	21,4 <sup>b</sup>	21,8 <sup>b</sup>	23,1 <sup>b</sup>	***	
		3,6	21,0	21,2	20,7	21,3		
<b>Biceps femoris</b>		2,7	13,3	13,6	12,4	13,2		
		2,7	13,5	13,6	12,4	12,8		
<b>Adductor femoris</b>		3,1	16,6	15,9	17,3	16,9		
		3,1	17,5	15,8	16,6	16,1		
<b>Semimembranosus</b>		2,4	12,0	11,8	12,0	11,9		
		2,4	12,5	11,7	11,8	11,3		
<b>Semispinalis capitis</b>		2,8	20,2	20,4	19,9	20,9		
		2,8	20,1	20,5	20,1	21,0		
<b>b*</b> (échelle à 0-60)		<b>Longissimus</b>	2,4	4,7 <sup>a</sup>	5,0 <sup>ab</sup>	4,4 <sup>a</sup>	6,1 <sup>b</sup>	*
			2,3	5,1	5,1	4,2	5,2	
		<b>Gluteus superficialis</b>	1,8	6,0 <sup>a</sup>	6,2 <sup>a</sup>	7,1 <sup>b</sup>	8,2 <sup>c</sup>	***
			1,7	6,7	6,2	6,7	7,2	
	<b>Gluteus profundis</b>	2,8	9,0 <sup>a</sup>	10,5 <sup>b</sup>	11,0 <sup>bc</sup>	11,9 <sup>c</sup>	***	
		2,5	10,3	10,4	10,2	10,6		
	<b>Biceps femoris</b>	3,2	6,4	7,1	6,1	6,9		
		3,2	6,4	7,2	6,5	6,8		
	<b>Adductor femoris</b>	2,6	8,7	8,4	9,7	9,3		
		2,5	9,6	8,3	9,1	8,4		
	<b>Semimembranosus</b>	2,4	5,3	5,2	6,0	5,8		
		2,4	5,7	5,2	5,8	5,0		
	<b>Semispinalis capitis</b>	2,3	11,0	11,5	11,1	11,5		
		2,3	11,0	11,5	11,1	11,3		

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANONYME, 1990. Techni-Porc, 13 (5), 29-45.
- AUBRY A., LIGONESCHE B., GUÉBLEZ R., GAUDRÉ D., 2000. Journées Rech. Porcine en France, 32, 361-367.

- DALENS M., RUNAVOT J.P., 1993. *Techni-Porc*, 16 (1), 17-20.
- FRANCK M., BÉNARD G., FERNANDEZ X., et al., 1999. *Journées Rech. Porcine en France*, 31, 331-338.
- GIANOLA D., 1982. *J. Anim. Sci.*, 54, 1079-1096.
- HONICKEL K.O., 1987. In : " Evaluation and control of meat quality in pigs ". 129-142. Martinus Nijhoff, Dordrecht, The Netherlands.
- LARZUL C., LE ROY P., GUÉBLEZ R., et al., 1997. *J. Anim. Breed. Genet.*, 114, 309-320.
- LE ROY P., MORENO C., ELSEN J.M., et al., 2000a. In : " Quality of meat and fat in pigs as affected by genetics and nutrition ". 139-142. EAAP Publication n° 100, Wageningen Pers, The Netherlands.
- LE ROY P., ELSEN J.M., CARITÉZ J.C., et al., 2000b. *Genet. Sel. Evol.*, 32, 165-186.
- MILAN D., JEON J.T., LOOFT C., et al., 2000. *Science*, 288, 1248-1251.
- NAVEAU J., POMMÉRET P., LECHAUX P., 1985. *Techni-Porc*, 8 (6), 7-13.
- SELLIER P., 1998. In : " The genetics of the pig ". 463-510. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.