

# Effet du génotype halothane sur la texture de la viande de porc

Catherine LARZUL (1), Sylvie ROUSSET-AKRIM (2), Pascale LE ROY (1), J. GOGUÉ (3), A. TALMANT (2), P. VERNIN (2), C. TOURAILLE (2), G. MONIN (2), P. SELLIER (1)

Institut National de la Recherche Agronomique

(1) Station de Génétique Quantitative et Appliquée - 78352 Jouy en Josas Cédex

(2) Station de Recherches sur la Viande - Theix, 63122 Ceyrat

(3) Domaine de Galle - 18520 Avord

## Effet du génotype halothane sur la texture de la viande de porc

Une expérimentation a été mise en place pour étudier l'effet du gène de la sensibilité à l'halothane et sa possible interaction avec le poids d'abattage sur les caractères de qualité de la viande de porc. Des animaux F2 PiétrainxLarge White ont été produits afin de disposer dans un même type génétique des 3 génotypes halothane (NN, Nn et nn). Le génotype au locus Hal de ces animaux a été déterminé par typage moléculaire, et 224 animaux ont été abattus soit à 100 kg, soit à 125 kg pour faire l'objet de 8 mesures physico-chimiques sur le muscle *Longissimus dorsi*. Des échantillons prélevés dans la longe de 86 de ces animaux ont été goûtés par un jury entraîné pour une évaluation de leur texture décrite par 12 caractères.

Les résultats obtenus montrent que le poids d'abattage n'a d'effet que sur les mesures de couleur  $a^*$  et  $b^*$ , sur la fibrosité en début de mastication qui augmente avec le poids d'abattage et sur la facilité à avaler qui diminue lorsque le poids augmente. L'effet du génotype halothane n'est pas significatif pour le potentiel glycolytique, le pH ultime et la jutosité. Pour les autres caractères (pH1, concentration en lactate et glycogène,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , texture râpeuse, compacte, dure, fibreuse, granuleuse, élastique et facile à avaler), les nn ont des valeurs significativement différentes des NN et des Nn. Les valeurs des Nn sont intermédiaires mais en général plus proches de celles des NN que de celles des nn. Les différences entre les NN et Nn sont significatives pour le pH1, la concentration en lactate et la concentration en glycogène mesurés 30 minutes post mortem,  $L^*$ , la texture compacte, la dureté de la viande et la facilité à avaler. L'effet du génotype halothane varie significativement avec le poids d'abattage pour la concentration en lactate et la granulométrie en début de mastication. Pour les autres caractères, l'interaction génotype halothane x poids d'abattage n'est pas significative.

## Effect of halothane genotype on texture characteristics of pig meat

The pigmeat quality as affected by halothane genotype and slaughter weight was investigated on F2 PiétrainxLarge White pigs. These animals were produced to dispose of the 3 halothane genotypes (NN, Nn, nn), determined by a molecular test, from the same genetic type. Slaughtered at 100 kg or 125 kg, 224 animals were submitted to 8 physico-chemical measurements on muscle *Longissimus dorsi*, and a trained panel evaluated the texture (12 descriptors) of the loins on 86 of these animals.

Slaughter weight influences the color measurements  $a^*$  and  $b^*$ , the fibreness at the start of chewing that increases and the easiness to swallow that decreases when slaughter weight raises. Halothane genotype has no effect on glycolytic potential, ultimate pH and juiciness. pH1, lactate and glycogen concentrations,  $L^*a^*b^*$ , raspy texture, cohesiveness, toughness, fibreness, granular texture, elasticity and easiness to swallow of nn differ from those of NN and Nn. Nn are intermediary but closer to NN than nn. Heterozygotes significantly differ from the NN homozygotes for pH1, lactate and glycogen concentrations,  $L^*$ , cohesiveness, toughness and easiness to swallow. The genotype x slaughter weight interaction is only significant for lactate concentration and granular texture at the start of chewing.

## INTRODUCTION

S'il est clairement établi que le génotype au locus Hal de la sensibilité à l'halothane a un effet majeur sur la qualité de la viande, le degré de dominance de l'allèle normal N sur l'allèle n est sujet à controverse. Pour certains auteurs, le gène agit de manière additive, alors que pour d'autres, l'allèle n est plutôt partiellement ou complètement récessif (pour revue, SELLIER et MONIN, 1994). Une hypothèse émise par SATHER et al (1991) est que la dominance s'inverse avec le poids d'abattage des animaux. Proche de celle des homozygotes NN pour des poids d'abattage faibles, la qualité de la viande des hétérozygotes se rapprocherait davantage de celle des homozygotes nn avec l'augmentation du poids d'abattage, l'allèle n passant ainsi de la récessivité à la dominance. Une étude réalisée par GUÉBLEZ et al (1995) n'a toutefois pas confirmé cette hypothèse pour les qualités technologiques de la viande, les écarts entre les 3 génotypes au locus Hal étant pratiquement les mêmes pour un poids d'abattage de 90 ou 120 kg. L'étude présentée ici a pour but de déterminer l'effet du génotype au locus Hal sur les caractéristiques de texture de la viande et de vérifier l'influence du poids d'abattage sur cet effet.

## 1. DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

### 1.1. Animaux

Le but de l'expérimentation étant d'étudier l'effet du génotype au locus Hal, les animaux ont été produits de telle sorte que leur génome soit par ailleurs équivalent. En 1993, 22 truies Large White du domaine expérimental INRA de Galle (Bourges-Avord), a priori non porteuses de l'allèle n, ont été inséminées par de la semence de 7 verrats Piétrain de la S.E.I.A., a priori homozygotes nn. Parmi les descendants F1 obtenus, 57 femelles et 8 mâles, dont le génotype Nn avait été préalablement vérifié par typage moléculaire (DALENS et RUNAVOT, 1993), ont été accouplés entre eux

pour générer des portées F2 où les 3 génotypes NN, Nn et nn étaient représentés dans une proportion attendue de 25%, 50% et 25% respectivement.

Les naissances des animaux F2 ont été étalées sur 4 bandes, avec un intervalle de 3 semaines entre bandes, entre le mois de février et le mois d'avril 1994. Trois cent trente-trois descendants F2, mâles castrés et femelles, ont fait l'objet d'un typage moléculaire sur prélèvement sanguin effectué à 70 jours. Les animaux ont ensuite été répartis dans des loges d'engraissement homogènes pour le génotype et le sexe, à raison de 9 individus en moyenne par loge. Pour étudier l'interaction génotypepoids d'abattage, les animaux ont été élevés jusqu'à 100 kg pour un abattage «léger» ou 125 kg pour un abattage «lourd» (tableau 1).

L'abattage des animaux s'est déroulé en 12 séries hebdomadaires entre le 20/07/94 et le 03/10/94. L'abattage avait lieu le jeudi, les animaux après une mise à jeun d'environ 18h. Ils étaient transportés le jeudi matin à l'abattoir d'Orléans, la durée du trajet étant d'environ 2 heures, puis abattus après une attente à l'abattoir de 1h30-2h. Dans 7 séries d'abattage, 3 animaux par cellule génotypepoids d'abattage ont été retenus pour un protocole dit lourd, correspondant à un ensemble de mesures physico-chimiques et organoleptiques approfondi. La présente étude porte essentiellement sur les résultats obtenus sur les mesures de texture.

### 1.2. Mesures de qualité de la viande

#### 1.2.1. Mesures physico-chimiques

Trente minutes après exsanguination, un échantillon du muscle *Longissimus dorsi* a été prélevé pour effectuer une mesure de pH (pH1), des concentrations en lactate et glycogène, et du potentiel glycolytique musculaire (PG), d'après l'équation donnée par MONIN et SELLIER (1985) :  $PG=2([\text{glycogène}]+[\text{glucose-6-P}]+[\text{glucose}])+[\text{lactate}]$ , exprimé en  $\mu\text{mol/mg}$  de muscle frais. Le lendemain de l'abatta-

Tableau 1 - Effectifs d'animaux mesurés

Poids d'abattage	léger			lourd		
	NN	Nn	nn	NN	Nn	nn
Protocole léger	50 (100,4±2,1kg)	69 (100,9±2,4kg)	29 (100,7±2,3kg)	28 (126,5±3,3kg)	29 (125,9±3,4kg)	19 (126,5±3,1kg)
Protocole lourd(L*a*b*)	16 (100,1±2,4kg)	19 (102,4±3,0kg)	18 (101,6±1,8kg)	18 (126,7±2,7kg)	19 (126,9±3,6kg)	16 (126,2±3,2kg)
Dégustation	15 (100,5±2,2kg)	14 (102,1±3,2kg)	14 (101,6±1,9kg)	14 (127,5±3,3kg)	14 (126,9±3,3kg)	15 (126,9±3,3kg)

(moyenne et écart type des poids d'abattage)

ge, une mesure du pH ultime a été effectuée sur le *Longissimus dorsi* et la longe des animaux retenus pour le protocole lourd (tableau 1) a été envoyée à l'INRA de Theix. Des mesures de couleur CIE-L\*a\*b\* (L\* représentant une mesure de la clarté, a\* et b\* correspondant à 2 axes de couleur : vert-rouge et bleu-jaune) ont été effectuées 24h post mortem sur une tranche de 2 cm d'épaisseur prélevée au niveau de la 1<sup>ère</sup> vertèbre lombaire. La longe a ensuite été placée à 2°C dans des caisses couvertes.

### 1.2.2. Mesures organoleptiques de texture

Pour les analyses sensorielles, 8 tranches de 2,5 cm d'épaisseur ont été prélevées dans la longe 4 jours après abattage - 4 dans la partie dorsale et 4 dans la partie lombaire. Ces tranches ont été mises dans des sachets plastiques sous vide, congelées et conservées à -20°C jusqu'à la réalisation des mesures. Avant la dégustation, les tranches, toujours dans leur sachet plastique, ont été mises à décongeler sous l'eau froide pendant 1h30, puis placées dans un récipient contenant de l'eau à 44°C et mises au micro-ondes jusqu'à ce que la température de l'eau atteigne 70°C. Elles ont enfin été plongées dans un bain-marie à 75°C pendant 30 mn et dégustées immédiatement.

Les dégustations ont été effectuées par un jury entraîné de 12 personnes qui devaient goûter en monadique (c'est-à-dire successivement) 6 échantillons, à raison d'un échantillon par cellule génotype - classe de poids d'abattage, l'ordre de présentation n'étant pas identique pour tous les sujets. Dix-huit séances de dégustation ont été réalisées, représentant un total de 86 animaux (tableau 1), certains animaux ayant été goûtés à plusieurs séances.

Douze descripteurs de texture ont été sélectionnés par le jury lui-même pour essayer de mettre en évidence les différences sensorielles entre les lots d'animaux.

En début de mastication :

- la texture râpeuse (râpeux) = surface avec des aspérités
- la texture compacte (compact) ou cohésion = qui reste associée, qui ne se désagrège pas
- la dureté (dureté i) = qui résiste sous la dent
- la texture fibreuse (fibrosité i) = qui présente des fibres allongées
- la granulosité (granulosité i) = qui présente des petits grains
- la jutosité (jutosité) = qui libère du jus sous la pression de la morsure
- l'élasticité (élasticité) = aptitude du produit à se déformer sous la pression de la morsure et à reprendre sa forme initiale quand la morsure cesse.

En cours de mastication :

- la dureté (dureté f)
- la texture fibreuse (fibrosité f)
- la granulosité (granulosité f)
- la texture collante (collant) = qui adhère à la langue, au

palais ou aux dents.

En fin de mastication

- la facilité à avaler (facile à avaler) = dégustation facile.

Pour chaque échantillon, les membres du jury ont évalué les descripteurs sur une échelle d'intensité allant de 1 à 20 (par exemple, 1 = faiblement dure à 20 = très dure).

### 1.3. Analyses statistiques

Les données ont été analysées selon la procédure GLM de SAS. Le modèle d'analyse prend en compte les effets fixés du sexe (2 modalités : femelle ou mâle castré), de la série d'abattage pour les mesures physico-chimiques (12 niveaux ou 7 pour L\*a\*b\*), de la séance de dégustation (18 niveaux) et du dégustateur (12 niveaux) pour les descripteurs de la texture, du génotype au locus Hal (3 modalités: NN, Nn et nn), du poids d'abattage (2 modalités), de l'interaction poids d'abattage x génotype et sexe x génotype. Une analyse préliminaire avait montré que pour l'ensemble des caractères étudiés, la régression sur le poids vif intra classe de poids d'abattage n'était pas significative.

## 2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les résultats de l'analyse de variance des mesures physico-chimiques et de texture sont reportés dans les tableaux 2 et 3.

Le poids d'abattage, décrit par 2 classes (léger et lourd), n'a pas d'effet important sur les caractères mesurés dans cette étude, puisque les seules variables pour lesquelles il apparaît significatif à 5% sont a\* et b\*, qui augmentent l'un et l'autre avec le poids d'abattage (+0,73 pour a\*, +0,81 pour b\*). L'effet du poids est significatif pour la texture fibreuse perçue en début de mastication qui augmente (de 10,10 à 10,50) et pour la facilité à avaler qui diminue avec le poids d'abattage, passant de 10,34 à 9,71.

Pour les caractères physico-chimiques, le degré de dominance de l'allèle N est assez variable. Il apparaît additif pour le pH1, pour la concentration en lactate et pour la concentration en glycogène. Une vitesse de chute du pH intermédiaire pour les hétérozygotes a déjà été observée par de nombreux auteurs (pour revue SELLIER, 1988; GARIEPY et al, 1989; SATHER et al, 1991; CASTEELS et al, 1994; CHEAH et al, 1994; KLONT et LAMBOOY, 1995; MURRAY et JONES, 1994). De plus, les différences de pH1 observées ici entre les différents génotypes sont du même ordre de grandeur que celles trouvées par GUÉBLEZ et al (1995) sur des animaux de même type génétique (F2 Piétrain x Large White). Pour le PG et le pH ultime, le génotype au locus Hal n'a pas d'effet significatif, quoique la valeur du pH ultime des nn soit légèrement supérieure, correspondant d'ailleurs à un PG un peu inférieur. Le résultat obtenu sur le pH ultime est en accord avec ceux obtenus par RUNDGREN et al (1990), CASTEELS et al (1994) et GUÉBLEZ et al

(1995) qui ne trouvent pas d'effet significatif du génotype halothane sur le pH ultime du muscle *Longissimus dorsi*. L'absence d'effet du génotype au locus Hal sur le pH ultime et le PG a également été observée par KOCWIN-PODSIADLA et al (1995) dans une étude portant sur des porcs Landrace Polonais.

L'indice de clarté L\* des hétérozygotes est intermédiaire et significativement différent de ceux des 2 homozygotes avec une valeur plus proche de celle des NN. Pour les mesures de couleur a\* et b\*, l'effet de l'allèle n est récessif. Dans tous les cas, les valeurs des homozygotes nn sont nettement supérieures à celles des 2 autres génotypes. Ces résultats sont différents de ceux de GUEBLEZ et al (1995) pour qui la valeur L\* des Nn était équivalente à celle des NN, la différence entre les 2 homozygotes étant beaucoup moins marquée.

Pour les mesures de texture, l'effet du génotype halothane est significatif pour la totalité des caractères mesurés, à l'exception de la jutosité. Cet effet se traduit surtout par une très nette différence de perception de la viande des homozygotes nn par rapport aux homozygotes NN et aux hétérozygotes Nn. Ainsi, la viande des nn est moins râpeuse, plus compacte, plus dure et plus fibreuse tant en début qu'en cours de mastication, et elle est moins granuleuse et surtout plus difficile à avaler en fin de mastication. L'écart entre les NN et les nn est de l'ordre du demi-écart type résiduel pour l'ensemble de ces caractères. Pour la texture collante, la valeur la plus élevée est celle des hétérozygotes, alors que pour les 11 descripteurs de la texture, les hétérozygotes ont des valeurs intermédiaires mais plus proches de celles des NN que des nn. Les Nn diffèrent significativement des 2 homozygotes pour la texture compacte, la dureté en début et en cours de mastication et la facilité à avaler. Pour les 7 autres caractères, la différence entre les NN et les Nn

n'est pas significative au seuil à 5%. La tendreté intermédiaire des hétérozygotes, mesurée par une force de cisaillement avait déjà été mise en évidence par GARIEPY et al (1989) et MURRAY et JONES (1994). Ces résultats confirment également ceux de BOLES et al (1991), qui, à partir de notations de texture effectuées par jury de dégustation entraîné, montrent que la viande des Nn a une tendreté intermédiaire mais plus proche de celle des NN que des nn, et que l'effet du génotype est non significatif sur la jutosité.

En ce qui concerne l'interaction génotype x poids d'abattage, cette étude montre qu'elle n'existe que pour un caractère physico-chimique (la concentration en lactate), et que pour un caractère de texture (la granulométrie en début de mastication). Pour tous les autres caractères, il n'y a pas de modification de l'effet du génotype au locus Hal avec l'accroissement du poids d'abattage de 100 kg à 125 kg. Ces résultats ne confirment donc pas ceux de SATHER et al (1991), les effets de dominance-récessivité des allèles au locus Hal ne changeant pas avec le poids d'abattage et les hétérozygotes présentant des valeurs intermédiaires entre les 2 homozygotes. A l'inverse, ces résultats rejoignent les conclusions de GUÉBLEZ et al (1995).

## CONCLUSION

Les résultats obtenus dans cette étude montrent que les caractéristiques physico-chimiques et les descripteurs de texture de la viande des individus porteurs de l'allèle n de la sensibilité à l'halothane à l'état hétérozygote sont intermédiaires entre celles des homozygotes nn et NN, mais qu'elles sont en règle générale plus proches de ces dernières. Les différences entre les NN et les nn sont significatives pour le pH1 et les concentrations en lactate et glycogène du muscle *Longissimus dorsi* mesuré 30 minutes post

**Tableau 2** - Résultats de l'analyse de variance des caractères physico-chimiques

	Génotype Hal	Poids d'abattage	Interaction poids x génotype	Écart type résiduel	Génotype Hal		
					NN	Nn	nn
pH1	***	NS	NS	0,26	6,36 (±0,03) c	6,13 (±0,03) b	5,65 (±0,04) a
pHu	NS	NS	NS	0,18	5,52 (±0,02) a	5,55 (±0,02) ab	5,60 (±0,03) b
L*	***	NS	NS	4,2	51,9 (±0,7) a	53,9 (±0,7) b	58,37 (±0,72) c
a*	***	*	NS	1,81	6,79 (±0,32) a	7,18 (±0,30) a	8,69 (±0,32) b
b*	***	*	NS	2,05	6,17 (±0,36) a	6,71 (±0,34) a	8,25 (±0,36) b
[lactate] (µmol/g)	***	NS	*	27	67 (±3) a	76 (±3) b	94 (±4) c
[glycogène] (µmol/g)	***	NS	NS	15,0	36,0 (±1,8) c	27,8 (±1,7) b	18,1 (±2,4) a
PG (µmol/g)	NS	NS	NS	33	140 (±4) a	132 (±4) a	130 (±5) a

Signification des effets génotype et poids et estimées des moindres carrés (± erreur standard) pour l'effet du génotype Hal (les moyennes ayant la même lettre ne sont pas différentes au seuil à 5 %)

\*\*\* : P < 0,001 ; \*\* : P < 0,01 ; \* P : P < 0,05

**Tableau 3** - Résultats de l'analyse de variance des descripteurs sensoriels de la texture.

	Génotype Hal	Poids d'abattage	Interaction poids x génotype	Écart type résiduel	Génotype Hal		
					NN	Nn	nn
râpeux	**	NS	NS	2,94	10,06 (±0,16) b	9,95 (±0,15) b	9,13 (±0,17) a
compact	***	NS	NS	3,01	9,58 (±0,16) a	10,03 (±0,16) b	10,94 (±0,17) c
dureté i	***	NS	NS	3,62	8,48 (±0,19) a	9,24 (±0,19) b	10,74 (±0,20) c
fibreux i	***	*	NS	3,30	9,74 (±0,18) a	10,08 (±0,17) a	11,08 (±0,19) b
granuleux i	***	NS	*	3,08	8,97 (±0,16) b	8,70 (±0,16) b	7,54 (±0,17) a
jutosité	NS	NS	NS	3,03	6,64 (±0,16) a	6,74 (±0,16) a	6,92 (±0,17) a
élasticité	***	NS	NS	2,81	7,95 (±0,15) a	8,32 (±0,15) a	8,85 (±0,16) b
dureté f	***	NS	NS	3,43	8,47 (±0,18) a	9,39 (±0,18) b	10,88 (±0,19) c
fibreux f	***	NS	NS	3,30	9,00 (±0,18) a	9,24 (±0,17) a	10,51 (±0,19) b
granuleux f	***	NS	NS	3,18	8,87 (±0,17) b	9,04 (±0,17) b	7,76 (±0,18) a
collant	*	NS	NS	2,83	7,50 (±0,15) ab	7,68 (±0,15) b	7,15 (±0,16) a
facile à avaler	***	**	NS	3,56	10,67(±0,19) c	10,10 (±0,19) b	9,30 (±0,20) a

Signification des effets génotype et poids et estimées des moindres carrés (±erreur-standard) pour l'effet du génotype Hal (les moyennes ayant la même lettre ne sont pas différentes au seuil à 5%. \*\*\* : P<0,001 ; \*\* : P<0,01 ; \* : P<0,05.

mortem, l'indice de clarté L\*, la dureté de la viande et la facilité à avaler.

De plus, l'augmentation du poids d'abattage de 100 kg à 125 kg de poids vif ne conduit ni à une évolution des paramètres physico-chimiques (excepté pour la concentration en lactate), ni à une modification de la perception de la viande, et ce quel que soit le génotype considéré (excepté pour la granulosité en début de mastication). L'augmentation du poids d'abattage ne modifie pas non plus le classement des 3 génotypes.

L'expérience qui a servi de support à cette analyse n'est pré-

sentée ici que de façon partielle. D'autres mesures, relatives notamment à l'appréciation de la texture par des moyens mécaniques et à la composition chimique, permettront de compléter l'étude de l'effet du gène de la sensibilité à l'halothane sur les qualités de la viande, et d'évaluer et comprendre les relations qui existent entre ces différents paramètres de mesure de la qualité de la viande.

## REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée dans le cadre de l'A.I.P. INRA «maturation des produits alimentaires. Variabilité de la tendreté des viandes porcines».

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOLES J.A., PARRISH F.C., SKAGGS C.L., CHRISTIAN L.L., 1991. J. Anim. Sci., 69, 2865-2870.
- CASTEELS M., VAN OECKEL M.J., BOSCHAERTS L., SPINCEMAILLE G., BOUCQUE C.V., 1995. Meat Science, 40, 253-269.
- CHEAH K.S., CHEAH A.M., KRAUSGRILL D.I., 1994. Pig News and Information, 15 (2), 55N-57N.
- DALENS M., RUNAVOT J.P., 1993. Techni-Porc, 17-21.
- GARIEPY C., JONES S.D.M., MURRAY A.C., ROBERTSON W.M., 1989. Can. J. Anim. Sci., 69, 635-640.
- GUÉBLEZ R., PABOEUF F., SELLIER P., BOUFFAUD M., BOULARD J., BRAULT D., LE TIRAN M.H., PETIT G., 1995. Journées Rech. Porcine en France, 27, 155-164.
- KOCWIN-PODSIADLA M., PRZYBYLSKI W., KURLY J., TALMANT A., MONIN G., 1995. Meat Science, 40, 121-125.
- KLONT R.E., LAMBOOY E., 1995. J. Anim. Sci., 73, 108-117.
- MURRAY A.C., JONES S.D.M., 1994. Can. J. Anim. Sci., 74, 587-594.
- POMMIER S.A., HOUDE A., 1993. J. Anim. Sci., 71, 420-425.
- RUNDGREN M., LUNDSTROM K., ADFORS-LILJA I., 1990. Livest. Prod. Sci., 26, 231-243.
- SATHER A.P., JONES S.D.M., TONG A.K.W., MURRAY A.C., 1991. Can. J. Anim. Sci. (1991) 71 : 645-658.
- SELLIER P., 1988. Journées Rech. Porcine en France, 20, 227-242
- SELLIER P., MONIN G., 1994. J. Muscle Foods, 5, 187-219.