

Les verrats piétraîns de statut halothane négatif

## Un vrai potentiel pour l'industrie porcine européenne

**Le gène halothane induit une moindre résistance au stress pour les porcs homozygotes, ce qui induit des viandes PSE, mais également un meilleur développement musculaire pour les hétérozygotes. Les verrats NN des nouvelles lignées montrent cependant leur intérêt en permettant l'amélioration de la qualité de la viande de porc, sans diminution ni de la qualité des carcasses ni du taux de viande maigre.**

Le gène halothane ou gène du stress est le gène majeur affectant la qualité de la viande le plus étudié et fut la première application pratique de l'utilisation d'un gène majeur en génétique porcine (Hal-1843®, Fuji et al. 1991, McLennan et Phillips, 1992; Otsu et al. 1991). Un simple point de mutation du canal de libération du Calcium (CRC1) ou gène de réception du ryanodine (ryr1), en situation récessive, est responsable du syndrome de stress porcin (PSS, hyperthermie maligne; les porcs homozygotes pour cette mutation sont susceptibles de développer la condition de viande PSE - pâle, molle et exsudative, *post-mortem*). Ce gène est lié en lui-même, ou en association étroite avec un ou plusieurs autres gènes, à la détermination de la musculation et de la maigreur des animaux (Voir revues de Backstrom & Kauffman, 1994; Lister, 1987; McLaren & Schultz, 1992; Sellier & Monin, 1994). La détection de cette mutation en utilisant le test Hal-1843® permet aux éleveurs porcins d'en contrôler précisément la distribution.

Certains pays européens et l'industrie nord-américaine ont éliminé en grande partie ce gène. D'autres pays ont opté pour une stratégie de contrôle du gène par la maîtrise de son impact commercial en produisant des porcs Nn (hétérozygotes porteurs). Néanmoins, l'utilisation de verrats Piétraîns purs, ou de verrats 50 ou 75 % Piétraîns, croisés avec d'autres races, avec un fort développement musculaire et porteurs du gène halothane reste la norme dans de nombreux pays (Tableau.1).

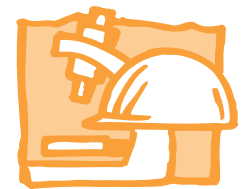
J.P. GARNIER<sup>a</sup> A. SOSNICKI<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Consultant, 2 Philcote, Deddington, Oxfordshire OX15 0TB, UK

<sup>b</sup>P.I.C. Americas, PO Box 348, Franklin, KY 42135-0348 USA

#### Contacts

J.-P. Garnier : +44 1869 337238 - jpgarnier@breathemail.net



**TABLEAU 1 : PEU DE PAYS EUROPÉENS ONT CHOISI D'ÉLIMINER LE GÈNE HALOTHANE**

Pays à incidence très forte (>75% des porcs charcutiers porteurs)	Pays à incidence forte (40-75 % des porcs charcutiers porteurs)	Pays à incidence moyenne (10-40 % des porcs charcutiers porteurs)	Pays à incidence faible (<2% des porcs charcutiers porteurs)
- Allemagne (sud) - Belgique - Espagne (Andalousie, Catalogne, Murcie) - Portugal	- Allemagne (Westphalie est, nord) - Italie (Centre, sud) - Autriche - France - Grèce - Eire	- Espagne (Castille, Teruel) - Royaume-Uni	- Danemark - Finlande - Italie (Nord) - Pays-Bas - Suède

Source : P.I.C.

**Importance du Gène Halothane pour la Production Européenne**

La production d'animaux porteurs se justifie principalement par l'amélioration de la conformation et du pourcentage de viande maigre des produits terminaux. Les raisons principales comprennent les habitudes de marché, particulièrement des marchés traditionnels de bouchers-charcutiers, les problèmes de santé animale dans certaines parties de l'Europe, le système de vente en vif en Belgique, Espagne et en

Italie, certaines demandes de rendement de la transformation primaire et l'absence de paiement pour la qualité de la viande produite. L'hétéroze forte obtenue lors du croisement avec la race Piétrain est aussi un effet recherché par les éleveurs. Finalement, des résultats favorables d'indice de consommation ont été évoqués (voir par exemple Aubry et al. 2000). Néanmoins, de nombreuses autres études ont infirmé ces résultats. En conséquence, le bénéfice pour la production porcine de l'utilisation du gène halothane reste peu clair sur ce point.

plus bas, le niveau d'exsudation plus élevé, la couleur claire de certains muscles et le problème du bicolorisme, leur texture molle sont alliés à un rendement de cuisson de viande fraîche plus faible et une texture de viande cuite plus dure. Les rendements de tranchage de viande fraîche en situation industrielle sont plus faibles et le potentiel d'exsudation élevé implique un niveau de contrôle plus strict des températures (Garnier, 1998). La présentation en barquettes en supermarché est moins bonne, avec un taux de perte plus élevé (Pinochet, 1998).

**MATÉRIEL ET MÉTHODE**

Entre juillet 1998 et juin 2000, 80 porcs charcutiers femelles de lignée Piétrain NN et 75 porcs charcutiers femelles de lignée Piétrain nn de poids moyen respectifs de 102,6 kg et 104,6 kg, élevés dans des conditions d'engraissement et de nutrition standardisées, ont été abattus à l'IRTA. La longueur de carcasse a été mesurée entre le bord antérieur de la symphyse pubienne et le bord extérieur de la première côte. L'épaisseur de la longe et de la couverture grasse entre la troisième et la quatrième côte a été mesurée par Fat-O-Meter (FOM) et le pourcentage de maigre calculé en utilisant l'équation espagnole. La présentation européenne de la carcasse a été utilisée pour l'évaluation du rendement d'abattage. La découpe et la dissection ont été effectuées par la méthode de référence européenne (Waltras et Merkus, 1995). La couleur a été mesurée par un colorimètre de type Minolta CR 200 en utilisant la méthode CIELAB (L\*, a\*, b\*). Le test de perte d'humidité par exsudation a été effectué selon la méthode de Honickel (OECD, 1997). L'analyse du taux de graisse intramusculaire a été faite par NIT (Transmission en proche infrarouge). Les résultats du panel de dégustation sont présentés sur une échelle de 1 (le pire) à 10 (le meilleur). Les données brutes ont été analysées selon la procédure G.L.M. (General Linear Model) du logiciel S.A.S. (Statistical Analysis System). La série d'abattage, le sexe et le poids d'abattage sont pris en compte comme co-variables.

La présence du gène dans les populations porcines n'est pas neutre. Elle pose des problèmes spécifiques dans toute la filière porcine :

- La production de verrats Piétrain nn pose de nombreuses difficultés pratiques et souffre de mauvais résultats de reproduction.
- La mortalité durant le transport et l'attente à l'abattoir des animaux porteurs est plus élevée. Par exemple, les résultats d'une étude récente en Espagne (Fabriga Tesina, 2000) montrent une mortalité durant le transport de 2,81 % pour les porcs charcutiers nn contre 0,08 % pour les animaux Nn et 0,02 % pour les porcs NN. Ces résultats sont comparables à ceux d'autres études comme au Canada (Murray et al. 1999).
- La relation entre la présence du gène halothane et la viande de type PSE a été démontrée par de nombreux auteurs. Le gène halothane a un effet négatif sur la qualité sensorielle de la viande fraîche (Guéblez et al., 1996). Le taux de graisse intramusculaire

- Le gène halothane est un des facteurs responsables de la production de viandes déstructurées dont l'utilisation conduit à des pertes élevées au tranchage pour les jambons cuits supérieurs (jambon pommade) (Aubry et al. 2000, Frank et al. 1999, 2000). Les jambons cuits produits en utilisant cette matière première sont plus fibreux, plus salés et plus juteux (Guillard et al. 1999). Leurs rendements de saumurage (Leach et al., 1995) et de cuisson sont inférieurs.
- La capacité de la matière première issue d'animaux porteurs du gène halothane à produire des jambons secs de haute qualité (+ de 9 mois de séchage) n'est pas satisfaisante (Nanni Costa et al. 1999). Les rendements techniques sont inférieurs et la texture plus dure. La rétractation plus forte des fibres et la perte plus rapide d'humidité durant le séchage créent des problèmes qualitatifs spécifiques.
- La fonctionnalité des protéines de la viande de type PSE et leur capa-

cité d'émulsification sont affectées par l'acidification rapide (Camou et Sebranek, 1991). Ceci a pour conséquence une qualité sensorielle inférieure pour les saucisses cuites à pâte fine.

- Les produits crus emboss s à maturation courte et le bacon, qui subissent une acidification rapide, ne sont pas affectées par la mauvaise rétention d'eau de la viande (Fisher et al., 2000; M ller et al., 1992). Mais, les problèmes de couleur, le manque de graisse intramusculaire, les difficultés de fractionnement liées la viande molle et sa perte d'humidité trop rapide affectent négativement les produits emboss s crus à maturation longue.

Ces effets négatifs du gène halothane sont indépendants des génotypes utilisés en croisement. Ils sont particulièrement marqués pour les produits terminaux de statut nn, les animaux Nn ayant un effet intermédiaire. Le poids d'abattage et la castration ont peu d'influence.

Récemment, de nouveaux types de verrats Pi trains NN ont été développés par la sélection de lignées sans le gène halothane et sont maintenant commercialisés en Europe et aux  tats-Unis (De Vries et al. 1998). Ces nouvelles lignées pourraient être d'un grand intérêt pour les filières porcines européennes si elles pouvaient apporter les bénéfices de la race Pi trains, dont le développement musculaire et l'h t roze, sans ses désavantages, comme le risque élevé de viandes de type PSE et autres problèmes de qualité de viande, et le taux de mortalité élevé. Les résultats du programme de caractérisation de lignées pures, réalisé par l'entreprise de génétique porcine P.I.C. en collaboration avec l'IRTA (Girone, Catalogne) et la Société Porc Montagne (Rodez) ainsi que les résultats de nombreuses études sur les produits terminaux de différents statuts halothane faites à l'IRTA (García Marc as et al., 1996; Gispert et al., 2000; Cordero, 2000; Fabriga Tesina, 2000, Puigvert et al. en impression, Velarde et al. en impression) telles que le projet Feder, devraient permettre d'examiner la réalité de ce potentiel. De plus, la découverte récente d'un gène majeur associé à

un niveau de muscularit  supérieur (BETTERgen™, George et Anderson, 1999), transmis par la lignée m le, ouvre de nouvelles perspectives pour les races à fort développement musculaire comme la race Pi trains. Ce gène de IGF-2 qui peut expliquer 25 à 30 % des variations du pourcentage de viande maigre dans la carcasse, n'a pas d'effet comme le gène halothane sur la physiologie musculaire et la qualité de la viande. Cette découverte pourrait expliquer l'effet phénotypique des verrats Pi trains sur la muscularit  de la progénie et semble indiquer un bon potentiel pour des verrats Pi trains NN.

### DES CARCASSES PLUS LONGUES ET PLUS DE LONGE

Le tableau 2 présente les différences entre les deux types de Pi trains pour ces analyses.

**TABEAU 2.**  
**ENCORE DES DIFFÉRENCES EN FAVEUR DES LIGNÉES nn**

Facteur	Dif. NN – nn	Sign.
Rendement d'abattage	- 0,12	N.S.
Longueur de carcasse	+ 21,2 mm	***
�paisseur du gras dorsal, FOM (G2/G34)	+0,1 mm	N.S.
�paisseur de la longe, FOM (M2/M34)	-0,8 mm	N.S.
Taux de viande maigre, FOM	- 0,19 %	N.S.
Pourcentage de jambon dans la carcasse	- 0,54 %	***
Pourcentage de longe dans la carcasse	+ 0,51 %	**.

Source : P.I.C. – IRTA

Différences de moyennes ajustées pour différences de poids et de lot d'abattage;  
\*\*\* p < 0,001; \*\*p < 0,01; N.S. : Non Significatif;

F : Resultat en faveur du Pi trains NN; C : Resultat en faveur du Pi trains porteur du gène halothane.

#### Différences entre deux lignées pures Pi trains de diff rent statut halothane

**TABEAU 3**  
**MOINS BONNE QUALITÉ DE VIANDE POUR LA LIGNÉE nn**

Facteur	Dif. NN – nn	Sign.
pH45, longe (LT)	+ 0,35	***
pH24, longe (LT)	+ 0,04	N.S.
Réflectance, L*, longe (LT)	+ 0,07	N.S.
Exsudation, longe (LT)	-1,60 %	**
Taux de graisse intramusculaire, longe (LT)	- 0,05 %	N.S.
Taux de graisse intramusculaire, jambon (SM)	- 0,06 %	N.S.
Dureté de la longe cuite (Panel de dégustation)	- 0,6	N.S.
�lasticit� de la longe cuite (Panel de dégustation)	- 0,4	N.S.

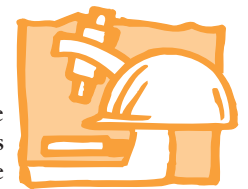
Source : P.I.C. – IRTA

Différences de moyennes ajustées pour les différences de poids et de lot d'abattage;  
LT : M. Longissimus Thoracis. SM : M. Semimembranosus.

\*\*\* p < 0,001; \*\*p < 0,01; N.S. : Non Significatif

F : Resultat en faveur du Pi trains NN, C : Resultat en faveur du Pi trains porteur du gène halothane.

#### Différences entre deux lignées pures Pi trains de diff rent statut halothane



Les résultats de qualité de viande comme le pH45 plus bas, l'exsudation plus élevée et le niveau de tendreté plus faible pour les animaux Piétrain porteurs du gène halothane sont en accord avec les résultats publiés dans la littérature scientifique. L'absence surprenante de différence de clarté de la longe peut être expliquée par le fait qu'il n'y a pas eu de cas sévère de viande PSE durant cette expérimentation.

## ÉVALUATION DE PRODUITS TERMINAUX

Durant 1999 et 2000, 104 porcs charcutiers castrés de parents de la même lignée de verrats Piétrain nn évaluée ci-dessus et de truies croisées Large White x Landrace, 76 porcs charcutiers castrés de parents de la même lignée Piétrain NN (Piétrain NN A) évaluée ci-dessus et de truies du même type, et 66 porcs charcutiers castrés de parents d'une deuxième lignée Piétrain NN (Piétrain NN B) et de truies de même type ont été évalués. Ils ont été élevés dans une ferme commerciale, dans des conditions d'engraissement et de nutrition standardisées, et abattus à poids vif moyen de 106,5 kg. Les méthodes d'évaluation de qualité de carcasse, de dissection, de mesure du pH et d'analyse statistique sont identiques aux méthodes utilisées pour les lignées pures. Le Pork

Quality Meter (PQM I, INTEK GmbH, Allemagne) mesure la différence de conductivité électrique comme indicateur de la qualité de la viande et de la condition PSE. Une conductivité électrique élevée (>6,0) indique une mauvaise rétention d'eau et une situation de viande PSE. Les résultats de qualité de carcasse et de viande sont présentés dans le tableau 4.

Le résultat principal de cette expérimentation est qu'il n'y a pas de perte de qualité de carcasse avec l'utilisation d'un verroat Piétrain sans le gène halothane, mais peut-être un léger bénéfice. Comme pour les lignées pures, le rendement d'abattage est légèrement inférieur pour les produits de verrats Piétrain NN A (-0,56 %) comparés aux produits de verrats Piétrain nn. Mais, la petite différence de rendement d'abattage en faveur du Piétrain NN B (+0,18% suggère que cet effet est plus lié aux différences entre les lignées qu'à la présence du gène halothane. De la même manière, les importantes différences de vitesse de croissance apparaissent plus liées aux différences entre les lignées qu'à la présence du gène halothane. Effectivement, les porcs issus de verrats Piétrain NN B ont eu une croissance plus lente (-3,4 kg de poids vif au même âge) que les porcs issus de verrats Piétrain nn qui, eux-mêmes, ont

grossi plus lentement (-5,51 kg de poids vif au même âge) que les porcs issus de Piétrain NN A. Une autre étude du même projet a montré des différences significatives pour l'indice de consommation, avec une valeur de 2,31 pour les porcs issus du Piétrain NN A, 2,50 pour les porcs issus du verroat Piétrain nn et 2,53 pour les porcs issus du verroat Piétrain NN B. Ces différences apparaissent liées à un effet lignée plus qu'à l'effet du génotype. Les valeurs élevées de conductivité électrique, 6,54 pour les produits du verroat Piétrain nn, indiquent une tendance forte pour des viandes PSE. Les valeurs plus basses obtenues pour les produits des verrats NN confirment le majeur impact négatif du gène halothane sur la qualité de la viande de porc. Ces résultats sont d'une grande importance pour les transformateurs de viande de porc, car ils montrent une amélioration marquée de la qualité de la viande et une diminution des pertes économiques d'exsudation, cela sans perte de rendement de viande maigre.

Outre ce double intérêt, ces résultats démontrent aussi qu'il subsiste des différences importantes entre des lignées commerciales à l'intérieur de la race Piétrain, particulièrement en termes de croissance et d'indice de consommation.

**TABLEAU 4**  
**LÉGER AVANTAGE AUX LIGNÉES SANS LE GÈNE HALOTHANE**

Facteur	Père NN A	Père NN B	Père nn	Effet Hal.	Effet Lignée
Poids vif au même âge (kg)	110,6 ± 1,56	101,6 ± 1,63	107,2 ± 1,29	NS	**
Poids de carcasse au même âge	82,7 ± 1,28	76,1 ± 1,35	80,5 ± 1,05	NS	**
Rendement d'abattage	74,4 ± 0,25	75,1 ± 0,26	75,0 ± 0,20	NS	+
Épaisseur du gras dorsal, FOM (G2/G34)	15,2 ± 0,40	14,4 ± 0,42	15,2 ± 0,33	NS	NS
Épaisseur de la longe, FOM (M2/M34)	59,3 ± 0,73	57,7 ± 0,76	57,6 ± 0,59	NS	NS
Taux de viande maigre, FOM	57,5 ± 0,34	57,9 ± 0,36	57,3 ± 0,28	+	NS
pH45, longe (LT)	6,0 ± 0,03	6,1 ± 0,03	6,0 ± 0,02	**	**
pH24, longe (LT)	6,6 ± 0,02	5,6 ± 0,02	5,6 ± 0,01	NS	NS
Conductivité électrique PQM 24, longe (LT)	4,5 ± 0,44	4,7 ± 0,46	6,5 ± 0,36	***	**
Réflectance, L*, longe (LT)	47,9 ± 0,49	49,0 ± 0,52	48,9 ± 0,41	NS	NS

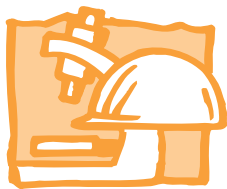
Source : IRTA - Projet Feder'

Moyennes ajustées pour les différences de poids, de sexe et de lot d'abattage. LT : M. Longissimus Thoracis  
\*\*\*p < 0,001; \*\*p < 0,01; + p < 0,1; N.S. : Non Significatif

*Moyenne ajustée et erreur standard pour des porcs charcutiers  
issus de verrats Piétrain NN et nn et de truies Large White x Landrace*

<sup>1</sup>Projet CICYUT-FEDER 2FD97-0022-C03 [Effet du gène halothane sur le bien-être animal, la qualité de la viande et la productivité des porcs].  
Participants : IRTA, Faculté d'Études Vétérinaires de l'Université Autonome de Barcelone, Pinsos Baucells et P.I.C.; Chercheur principal : Dr A. Diestre.





## L'ABSENCE DE GÈNE HALOTHANE PRÉSENTE DE MULTIPLES AVANTAGES

Ces résultats confirment le potentiel de l'utilisation de verrats Piétrain NN pour améliorer la qualité de la viande de porc sans diminuer ni la qualité de la carcasse ni le taux de viande maigre. L'effet d'une élimination du gène halothane et de l'utilisation de verrats Piétrain NN devrait améliorer les résultats économiques de multiplication dans la pyramide génétique, dans certains cas, accroître la vitesse de croissance des porcs charcutiers,

diminuer la mortalité durant le transport et l'attente à l'abattoir, produire des carcasses plus longues, diminuer le niveau des viandes PSE, particulièrement l'occurrence des cas graves de PSE. Les bénéfices envisageables sont :

1. Une réduction des pertes économiques d'exsudation ;
2. Une amélioration de la qualité de la matière première pour la transformation et finalement ;
3. La production de viande de porc plus tendre pour le consommateur. En contrepartie, cette utilisation pourrait s'accompagner d'une légère

diminution du rendement d'abattage et d'une très légère diminution du pourcentage de jambon dans la carcasse. Finalement, aucun changement du niveau de graisse intramusculaire n'est anticipé.

### Remerciements

Les auteurs remercient pour leur concours : **Dr Alejandro Diestre, Dr Marina Gispert, Mlle Emma Fabriga Tesina et Dr Joan Tibau de IRTA.**

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

**AUBRY, A.; LIGONESCHE B.; GUÉBLEZ, E. & GAUDRÉ D. (2000)** Comparaison de Porcs Charcutiers NN et Nn pour les Performances de Croissance, Carcasse et Qualité de Viande, et l'Aptitude à Produire du Jambon Cuit. Journées de la Recherche Porcine en France, 32 : 361-367.

**BACKSTROM, L. & KAUFFMAN, R.G. (1994)** The Porcine Stress Syndrome : A Review of Genetics, Environmental Factors and Animal Well-being Implications. Agri-practice, 16 : 24.

**CAMOU, J.P. & SEBRANEK, J.G. (1991)** Gelation Characteristics of Muscle Proteins from PSE Pork. Meat Science, 30 : 207.

**CORDERO I NUÑEZ A. (2000)** Incidències del Gen de l'Halotà, de Diferents Creuaments i del Sexe sobre Paràmetres Reproductius, Productius y de Qualitat de la Carn i de la Carn de Porci. Estudi, Universitat de Girona.

**DE VRIES, A.G.; SOSNICKI, A.; GARNIER, J.P. & PLASTOW, G. (1998)** The Role of Major Genes and DNA Technology in Selection for Meat Quality in Pigs. Meat Science, 49 : S245 - S255.

**FABRIGA TESINA E. (2000)** Efecte del Gen de l'Halotà sobre el Comportament, la Mortalitat i el Bienestar Aniamal. Estudi, Universidad Autónoma de Barcelona.

**FISHER, P., MELLETT, F.D. & HOFFMAN, L.C. (2000)** Halothane Genotype and Pork Quality. 3. Cured Meat Products from the Three Halothane Genotypes. Meat Science, 54, 2 : 107-111.

**FRANK, M.; BÉNARD, G.; FERNANDEZ, X.; BARBRY, S.; DURAND, P.; LAGANT, H.; MONIN, G. & LEGAULT, C. (1999)** Observations Préliminaires sur le Jambon Déstructuré. Journées de la Recherche Porcine en France. 31.

**FRANK, M.; MONIN, G. & LEGAULT, C. (2000)** Observations Complémentaires sur le Jambon Déstructuré. Journées de la Recherche Porcine en France. 32.

**FUJI, J.; OTSU, K.; ZORZATO, F.; DE LEON, S.; KHANNA, V.K.; WEILER, J.A.; O'BRIEN, P.J.; & MCLENNAN D.H. (1991)** Identification of a Mutation in Porcine Ryanodine Receptor Associated with Malignant Hyperthermia. Science, 253 : 448-451.

**GARCÍA-MARCÍAS J.A.; GISPERT, M.; OLIVER, M.A.; DIESTRE, A.; ALONSO, P.; MUÑOZ-LUNA A., SIGGENS, K. & CUTHBERT-HEAVENS, D. (1996)** The Effect of Cross, Slaughter Weight and Halothane Genotype on the Leanness and Meat and Fat Quality in Pig Carcasses. Animal Science, 63.J#

**GARNIER, J.P. (1998)** Water Retention in Pork. Pl.C. Publicación.

**GEORGE, M. & ANDERSON, L. (1999)** Nature Genetics, 21 : 155-158.

**GISPERT, M.; FAUCITANO, L.; OLIVER, M.A.; GUARDIA, M.D.; COLL, C.; SIGGENS, K.; HARVEY, K. & DIESTRE, A. (2000)** A Survey of Pre-slaughter Conditions, Halothane Gene Frequency, and Carcass and Meat Quality in Five Spanish Pig Commercial Abattoirs. Meat Science, 55 : 97-106.

**GUÉBLEZ, R.; PABOEUF, F.; SELLIER, P.; BOUFFAUD, M.; BOULARD, J.; BRAULT, D.; LE TIRAN, M.H. & PETIT, G. (1995)** Effet du Génotype Halothane sur les Performances d'Engraissement, de Carcasse et de Qualité de la Viande du Porc Charcutier. Journées de la Recherche Porcine en France, 27 : 155-164.

Guéblez, R., Bouyssièrre, M. & Sellier, P. (1996) Évaluation Sensorielle de Différents Produits de Porcs Issus de Génotype Halothane Connus. Journées de la Recherche Porcine en France 28.

**GUILLARD, A.S., BLON, F. & VENDEUVRE J.L. (1999)** Flavour du jambon cuit : Influence de la matière première et du procédé. Viandes et Produits Carnés, 20 : 4.

**LEACH, L.M.; ELLIS, M.; SUTTON, D.; MCKEITH, F.K. & WILSON, E.J. (1996)** The Growth Performance, Carcass Characteristics and Meat Quality of Halothane Carrier and Negative Pigs. Journal of Animal Science, 74 : 934-943.

**LEROY, P. & VERLEYEN, V. (1999)** Performances of the Piétrain ReHal, the New Stress Negative Piétrain line. In Wenk, C.; FERNANDEZ, A. & DUPUIS, M. Ed. : Quality of Meat and Fat in Pigs as Affected by Genetics and Nutrition, Proceedings of the Joint Session of the EAAP Commissions on Pig Production, Zurich Switzerland 25.08.99. Wageningen Press (2000).

**LISTER, D. (1987)** The Physiology and Biochemistry of the Porcine Stress Syndrome. In : Evaluation and Control of Meat Quality in Pigs. Ed. Tarrant, Eikelenboom, Monin. pp 3-16.

**MCLAREN, D.G. & SCHULTZ, C.M. (1992)** Genetic Selection to Improve the Quality and Composition of Pigs. Proc. Recip. Meat Conf. 45 : 15-121.

**MCLENNAN D.H. & PHILLIPS, M.S. (1992)** Malignant Hyperthermia. Science, 256 : 788-794.

**MØLLER, A. J.; BERTELSEN, G. & OLSEN, A. (1992)** Processed Pork - Technological Parameters Related to Type of Raw Material - Review. En Pork Quality, Genetic and Metabolic Factors, Ed. E. Puolanne y D.I. Demeyer, CAB International : 217-238.

**MURRAY, A.C. & JOHNSON, C.P. (1999)** The Impact of the Halothane Gene on Muscle Quality and Pre-slaughter Deaths in Western Canadian Pigs. Canadian Journal of Animal Science.

**NANNI-COSTA, L.; LO FIEGO D.P.; DALL'OLIO S.; DAVIOLI, R. & RUSSO V. (1999)** Influence of Loading Method and Stocking Density during Transport on Meat and Dry-cured Ham Quality in Pigs with Different Halothane Genotypes. Meat Science, 51 : 391-399.

**OTSU, K.; KHANNA, V.K.; ARCHIBALD, A.L. & MCLENNAN, D.H. (1991)** Cosegregation of Porcine Malignant Hyperthermia and a Probable Causal Mutation in the Skeletal Muscle Ryanodine Receptor Gene in Backcross Families. Genomics, 11 : 744-750.

**PINOCHET, D.; HERICHER, M.D. & KERESIT, R. (1988)** Influence du pHu et des Températures de Conservation sur Diverses Composantes Qualitatives des Côtes de Porc Conditionnées en Barquettes. Journées de la Recherche Porcine en France. 20.

**PUIGVERT, X.; SOLER, J.; TIBAU, J.; GISPERT, M.; OLIVER M.A. & DIESTRE, A. (En cours d'impression)** The Effect of Breed, Slaughter Weight and Halothane Genotype on Carcass and Meat Quality from Spanish Large White and Landrace Pigs.

**SELLIER, P. & MONIN, G. (1994)** Journal of Muscle Food. 5 : 187.

Velarde, A.; Gispert, M.; Faucitano, L.; Alonso, P.; Manteca, X. & DIESTRE, A. (En cours d'impression) Effect of Stunning Procedures and the Halothane Genotype on Meat Quality and the Incidence of Haemorrhages in Pigs. IRTA

**WALSTRA Y MERKUS (1995)** Procedure for Assessment of the Lean Meat Percentage As a Consequence of the New EU Reference Dissection Method in Pig Carcass Classification. ID-DLO, Holanda.