

G 7606

ETUDE DU SYNDROME D'HYPERTHERMIE MALIGNE CHEZ LE PORC DE PIÉTRAIN : PREMIERS RESULTATS

G. MONIN (1), L. OLLIVIER (2), P. SELIER (2) (*)

Institut National de la Recherche Agronomique

(1) Station de Recherches sur la Viande,

C.R.Z.V., THEIX, 63110 Beaumont.

(2) Station de Génétique Quantitative et Appliquée,

C.N.R.Z., 78350 Jouy-en-Josas

INTRODUCTION

L'intérêt et les modalités possibles d'une sélection sur la qualité de la viande dans l'espèce porcine ont été discutés par OLLIVIER et POTIER (1975) : de ce point de vue, il peut être intéressant, sous certaines hypothèses, de disposer d'un critère de sélection mesurable sur l'animal vivant. De nombreuses recherches sont actuellement menées pour trouver un tel critère, le plus souvent en liaison avec l'étude de l'aptitude de l'animal à résister aux agressions. L'une des voies de recherche les plus récentes dans ce domaine repose sur l'utilisation d'un agent anesthésiant, l'halothane. La réponse observée au cours de l'anesthésie est de type "tout ou rien" : certains porcs présentent un ensemble de réactions très caractéristiques (raidissement musculaire surtout visible au niveau des membres, élévation rapide de la température corporelle,...) qui constitue le "syndrome d'hyperthermie maligne". La mort est l'issue normale de l'épreuve d'anesthésie chez les sujets qui développent le syndrome mais elle peut être évitée, chez les jeunes, si l'anesthésie est suspendue dès les premiers symptômes.

Ce syndrome rappelle étroitement les symptômes accompagnant d'une part les cas de mort subite observés dans certaines races de porc (SYBESMA et EIKELBOOM, 1969), d'autre part les phénomènes aboutissant à la production de viandes exsudatives. On observe en effet une élévation de température et une contraction musculaire généralisée, du vivant de l'animal dans les deux premiers cas, juste après la mort dans le troisième. Ceci est attribué à une perte de contrôle de l'activité ATPasique musculaire, entraînant à son tour une accélération de la glycolyse anaérobie. On peut donc se demander si syndrome d'hyperthermie maligne, syndrome de stress et apparition de viandes exsudatives ne sont pas trois conséquences d'une même altération du métabolisme musculaire.

Pour notre part, nous avons entrepris en 1974 l'étude génétique de ce syndrome en utilisant comme matériel animal le porc de Piétrain. Un échantillon de 138 individus de cette race, issus de 7 pères et 25 mères, a été soumis à l'épreuve d'anesthésie par halothane : 39 (soit 28 %) ont manifesté le syndrome d'hyperthermie maligne. La fréquence des individus manifestant ce syndrome allait de 0 à 63 p. cent selon le père. Les données sont compatibles avec l'hypothèse d'un gène autosomal récessif à pénétrance élevée et de fréquence voisine de 0,6 (OLLIVIER, SELIER et MONIN, 1975).

En outre, à partir de ces mêmes animaux — et c'est l'objet du présent article — nous avons cherché à obtenir des éléments de réponse à trois questions :

- dans quelle mesure le résultat de l'épreuve d'anesthésie à l'halothane peut-il être considéré comme un indicateur de la qualité technologique de la viande ?
- quelles sont les relations entre le syndrome d'hyperthermie maligne et les performances de croissance et de composition corporelle ?
- les deux catégories de porcs différent-elles sur le plan de la sensibilité à une épreuve physique visant à reproduire les conditions du transport à l'abattoir ?

* Avec la collaboration technique de P. DANDO (2), C. FELGINES (2), A. TALMANT (1), P. VERNIN (1).

Par souci de commodité, dans la suite de cet article, nous appellerons négatifs (—) les porcs ayant supporté normalement l'anesthésie et positifs (+) les porcs ayant, à cette occasion, manifesté le syndrome d'hyperthermie maligne.

MATERIEL ET METHODES

1/ Matériel animal, conduite de l'étude et caractères mesurés :

Les 138 porcs de cette expérience (65 femelles, 73 mâles castrés) proviennent du troupeau Piétrain entretenu au domaine expérimental du Département de Génétique Animale de l'I.N.R.A. situé à AVORD (Cher). Leur âge moyen au moment de l'épreuve d'anesthésie était de 80,3 jours (poids compris entre 20 et 30 kg). La technique utilisée s'inspire étroitement de celle décrite par EIKELENBOOM et MINKEMA (1974). L'anesthésie générale de l'animal est provoquée par inhalation d'oxygène pur (4.000 ml/mn) contenant 2,5 p. cent d'halothane (Fluothane, laboratoires ABBOTT) ; l'anesthésie est prolongée 5 minutes exactement, à compter du début de l'anesthésie effective, en cas d'absence de réaction anormale de l'animal. Dans le cas contraire (sujets positifs), l'anesthésie est stoppée dès les premières manifestations du syndrome. La température rectale de l'animal étant contrôlée en permanence à l'aide du thermomètre enregistreur BRAUN, son évolution peut être suivie de façon précise et ceci permet, en même temps que l'examen attentif des réactions de l'animal, de détecter suffisamment tôt les sujets positifs. Les valeurs initiale (début de l'anesthésie effective) et finale (enlèvement du masque) de la température rectale et du rythme respiratoire ont été notées.

Trente-cinq porcs (+) et 99 porcs (—) ont été engraisés par lots de 8-10, à partir du poids moyen de 27 kg, dans une porcherie de type semi plein-air, en alimentation à volonté. Les porcs dont le poids vif atteignait ou dépassait 87 kg (cette pesée marque la fin du contrôle de croissance) ont été transportés par route le mardi (J0) au C.R.Z.V. de Theix (Puy-de-Dôme). Comme l'expérience ne pouvait pas, pour des raisons matérielles, être prolongée trop longtemps, 9 porcs dont la croissance était retardée ont été éliminés en fin d'expérience ; la fréquence de ces éliminations étant la même chez les porcs (+) et (—), elles ne sont pas une source de biais dans la comparaison des performances des deux catégories d'animaux.

Le jeudi ou le vendredi suivant (J2 ou J3), ils ont été soumis à une épreuve physique visant à simuler un transport, à une température ambiante de $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$. Pour cela les animaux étaient placés, par couples constitués au hasard, sur un plateau soumis à des oscillations régulières par l'intermédiaire d'un moteur électrique et d'un excentrique (épreuve de la "balançoire"). La durée de l'épreuve était fixée à 2 heures. Pendant toute la durée de l'épreuve, la température rectale de l'animal était enregistrée : ses valeurs initiale et finale, ainsi que la valeur maximale atteinte en cours d'épreuve, ont été relevées ; par ailleurs le rythme respiratoire a été mesuré au début et à la fin de l'épreuve.

Les porcs ont été transportés, le mardi suivant (J7), à l'abattoir de VILLEFRANCHE-d'ALLIER et abattus le mercredi (J8). Le lendemain de l'abattage, la découpe parisienne normalisée (OLLIVIER, 1970) d'une demi-carcasse a été effectuée sur 118 porcs, ainsi que des mesures de pH, de réflectance et de pouvoir de rétention d'eau (apprécié par le temps d'imbibition d'un fragment de papier pH) sur des muscles du jambon. Un jambon de tous les porcs (sauf dans une série d'abattage) a été soumis à une transformation contrôlée du type "Jambon de Paris" à la Station de Recherches sur la Viande de Theix ; préalablement, 30 g de viande ont été prélevés sur le muscle Long vaste en vue de la mesure de la solubilité des protéines sarcoplasmiques par la méthode de HART (DEKKER et HULSHOF, 1971) et de l'estimation de la teneur en pigment (HORNSEY, 1956).

2/ Analyse statistique :

Le but essentiel de notre étude était d'estimer la différence entre les porcs (+) et (—) pour chacune des variables étudiées et de tester sa signification statistique, tout en s'assurant que cette différence est la même chez les femelles et chez les mâles castrés. Les données ont été analysées par la méthode des moindres carrés appliquée à un modèle mathématique dont tous les effets, sauf l'erreur, sont considérés comme fixés. Le modèle utilisé différait selon le groupe de variables étudié. Les effets "réaction" et "sexe" ainsi que l'interaction "réaction x sexe" sont communs à tous les modèles. D'autres facteurs de variation jugés importants et (ou) des régressions sur des covariables ont été également introduits dans le modèle d'analyse de variance, comme on le verra dans les différents tableaux de résultats.

RESULTATS

1/ Mesures réalisées pendant l'épreuve d'anesthésie :

Les résultats de l'analyse de variance des valeurs initiale et finale de la température rectale et du rythme respiratoire sont donnés dans le tableau 1. Les moyennes correspondantes des quatre groupes réaction-sexe sont présentées sous forme graphique (figure 1).

TABLEAU 1

ANALYSE DE VARIANCE DES MESURES REALISEES PENDANT L'EPREUVE D'ANESTHESIE

VARIABLE		TESTS F (1)				ECART-TYPE RESIDUEL
		REACTION (1 d.l.)	SEXE (1 d.l.)	REACTION x SEXE (1 d.l.)	DATE DE L'EPREUVE 6 d.l.)	
TEMPERATURE RECTALE (°C)	Initiale	NS	NS	NS	NS	0,54 (128 d.l.)
	Finale	***	**	***	***	0,60 (124 d.l.)
RYTHME RESPIRATOIRE (/mn)	Initial	**	†	NS	†	7,4 (125 d.l.)
	Final	*	NS	NS	NS	6,9 (100 d.l.)

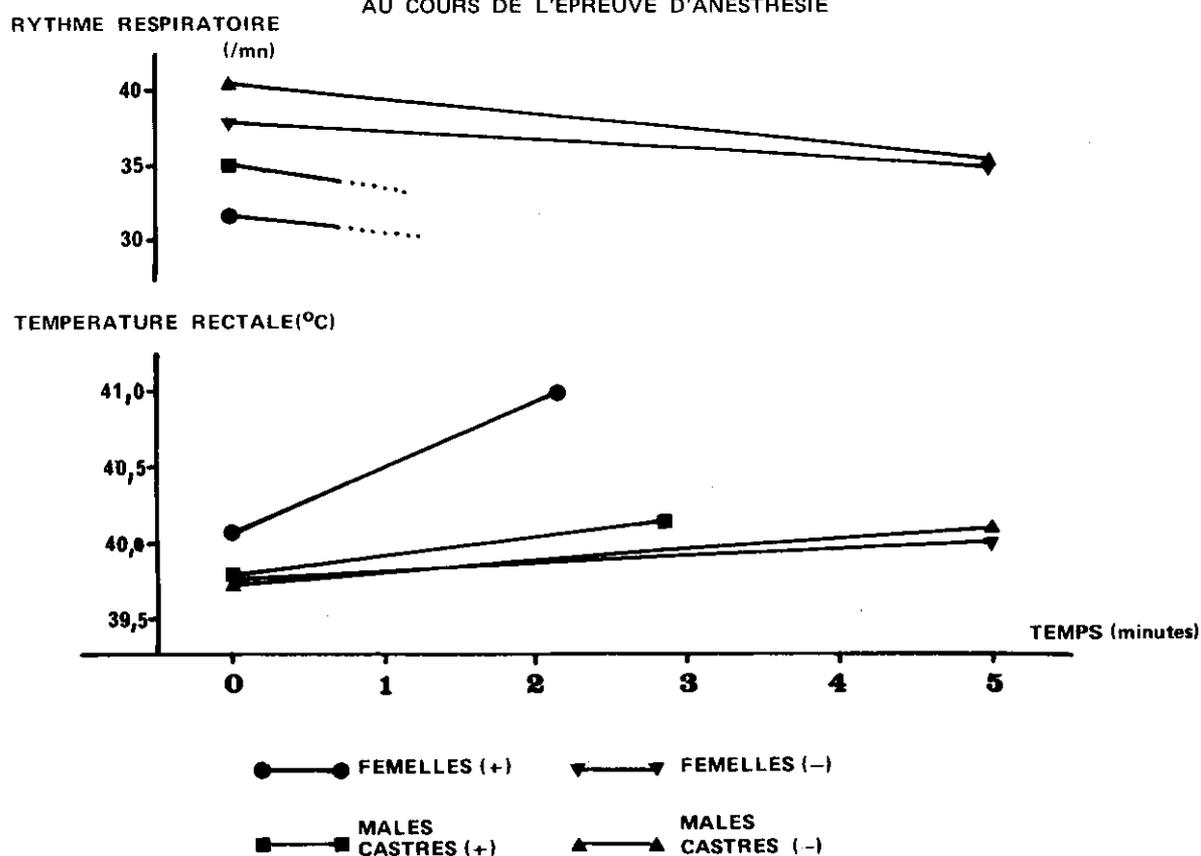
(1) NS : $P > 0,10$ † : $P < 0,10$ * : $P < 0,05$ ** : $P < 0,01$ *** : $P < 0,001$.

d.l. : degrés de liberté.

Ces notations valent également pour les tableaux 2 à 5.

FIGURE 1

EVOLUTION DE LA TEMPERATURE RECTALE ET DU RYTHME RESPIRATOIRE
AU COURS DE L'EPREUVE D'ANESTHESIE



L'épreuve d'anesthésie a été suspendue en moyenne au bout de 2 mn 10 sec. chez les 18 femelles (+) et au bout de 2 mn 50 sec. chez les 21 mâles castrés (+). Une augmentation de la température rectale est observée dans les quatre groupes réaction-sexe mais, si elle est de faible amplitude (environ 0,3°C) chez les sujets négatifs et chez les mâles castrés positifs, elle est beaucoup plus marquée (1°C) chez les femelles positives dont la température tend d'ailleurs à être plus élevée dès le début de l'anesthésie effective. L'interaction réaction x sexe est très hautement significative pour la température rectale notée à l'enlèvement du masque.

En début d'épreuve, le rythme respiratoire des sujets (-) est plus élevé ($P < 0,01$) que celui des sujets (+), aussi bien chez les femelles que chez les mâles castrés. Le rythme respiratoire des porcs négatifs décroît légèrement en cours d'épreuve. Son évolution chez les porcs positifs ne peut pas être jugée de façon très précise puisque la valeur finale du rythme respiratoire n'a été notée que pour 11 d'entre eux ; il ne semble pas toutefois que les deux catégories de porcs diffèrent de ce point de vue.

2/ Analyse des cas de mortalité :

Il est intéressant d'étudier les cas de mortalité observés dans cette expérience en relation avec les résultats du test à l'halothane.

Soulignons en premier lieu que deux des 39 porcs positifs sont morts des suites de l'anesthésie : leur température rectale avait atteint 42 et 43°C au moment de l'enlèvement du masque. L'un d'eux avait d'ailleurs manifesté tardivement - au bout de quatre minutes et demie - le raidissement des membres qui est le symptôme externe le plus caractéristique du syndrome.

Par ailleurs, deux porcelets sont morts lors du transfert de la maternité à la porcherie d'engraissement : tous deux étaient positifs et les circonstances de leur mort subite portent à croire qu'elle est à relier à ce qu'on peut appeler un "stress de manipulation". Il vaut d'être noté que pendant l'anesthésie, l'un et l'autre avaient présenté très rapidement (au bout de 30 et 60 secondes respectivement) une réaction positive.

Quelques cas de mortalité ont été observés pendant la période d'engraissement. Un seul cas, survenu chez un porc de 88 kg à l'occasion d'un transport à l'intérieur de l'élevage, peut être rangé de façon certaine dans la classe des mortalités dues à un stress et il s'agit justement d'un sujet positif. Les autres cas de mortalité relèvent soit d'une cause accidentelle, soit d'une cause sanitaire identifiée (ulcère gastrique, pneumonie aiguë) : ils concernent d'ailleurs les deux catégories de porcs en portion identique.

Enfin, un porc, lui aussi positif, a été "abattu d'urgence" dès son arrivée à l'abattoir car sa mort à la suite du transport de Theix à Villefranche d'Allier était imminente. La carcasse de cet animal a été soumise normalement aux mesures.

On constate donc que sur les 37 sujets positifs ayant survécu à l'épreuve d'anesthésie, quatre cas de mort "naturelle" sont consécutifs à un stress survenant dans les conditions normales d'élevage, alors que dans le même temps, aucun cas de mortalité de cette nature n'a été dûment reconnu chez les porcs négatifs.

3/ Croissance et composition corporelle :

Les deux catégories de porcs ne diffèrent pas pour la vitesse de croissance tant pendant la phase d'élevage que pendant la période d'engraissement (tableau 2).

TABLEAU 2
CRITERES DE CROISSANCE

VARIABLE (1)	ANALYSE DE VARIANCE (tests F)					ECART-TYPE RESIDUEL (110 d.l.)	ESTIMEES DES MOYENNES		s _d (2)
	Réaction	Sexe	Réaction x sexe	Bâtiment	Régression sur le poids initial (1 d.l.)		(+)	(-)	
	(1 d.l.)	(1 d.l.)	(1 d.l.)	(4 d.l.)	(1 d.l.)		N=30	N=89	
Age initial (j)	NS	NS	NS	***	NS	7,6	98,6	97,8	1,7
Age final (j)	NS	NS	NS	***	***	28	220	226	6
Gain moyen quotid. (g)	NS	NS	NS	***	**	95	530	516	21

(1) Contrôle de croissance entre 26,8 et 90,7 kg.

(2) s_d : écart-type de la différence entre la moyenne des porcs (+) et la moyenne des porcs (-).

Cette notation vaut également pour les tableaux 3 à 5

Par contre, l'effet "réaction" est significatif pour la plupart des critères de composition corporelle (tableau 3). Les porcs positifs se caractérisent par une carcasse plus courte ($P < 0,01$) et par un meilleur rendement en carcasse ($P < 0,05$). Ils présentent globalement un net avantage de composition corporelle : il est à noter que cet avantage est relativement plus marqué pour les critères de développement musculaire que pour les critères d'adiposité (le poids de panne mis à part). En particulier les différences d'épaisseur de lard au rein et au dos ne sont pas significatives et assez curieusement, une forte interaction réaction x sexe est mise en évidence pour la seule épaisseur de lard au cou : la différence est à l'avantage des sujets (+) chez les femelles et à leur désavantage chez les mâles castrés. Remarquons également que la même interaction tend à se manifester ($P < 0,15$) pour le poids de longe : il semblerait que la supériorité des porcs (+) est plus marquée chez les femelles (+ 0,76 kg) que chez les mâles castrés (+ 0,35 kg).

TABLEAU 3
CRITERES DE COMPOSITION CORPORELLE

VARIABLE	ANALYSE DE VARIANCE (tests F)					ECART-TYPE RESIDUEL (109 d.l.)	ESTIMEES des MOYENNES		s _d
	Réaction (1 d.l.)	Sexe (1 d.l.)	Bâtiment (4 d.l.)	Réaction x sexe (1 d.l.)	Régression sur le poids d'abattage (1 d.l.)		(+) N = 30	(-) N = 88	
Poids net sans tête (kg)	*	NS	NS	NS	***	2,2	64,7	63,5	0,5
Jambon (kg)	***	NS	NS	NS	***	0,42	8,61	8,11	0,10
Longe (kg)	***	**	NS	NS	***	0,57	10,67	10,12	0,13
Bardière (kg)	†	***	NS	NS	**	0,67	3,10	3,40	0,15
Panne (kg)	**	***	NS	NS	*	0,20	0,50	0,64	0,05
Longe/Bardière	*	***	NS	NS	NS	0,86	3,66	3,16	0,19
Hachage (kg)	**	NS	NS	NS	***	0,31	4,66	4,44	0,07
Poitrine (kg)	NS	NS	†	NS	***	0,33	3,28	3,38	0,07
Pieds (kg)	*	NS	*	NS	***	0,10	0,98	1,02	0,02
Longueur (mm)	**	*	NS	NS	***	27	869	886	6
Lard rein (mm)	NS	**	NS	NS	NS	5,7	19,4	21,1	1,3
Lard dos (mm)	NS	***	*	NS	NS	4,2	21,9	21,2	0,9
Lard cou (mm)	NS	***	NS	**	†	5,4	(36,1)	(36,8)	(1,2)
	Réaction (1 d.l.)	Sexe (1 d.l.)	Date d'abattage (15 d.l.)	Réaction x sexe (1 d.l.)	Poids d'abattage (1 d.l.)	ECART-TYPE RESIDUEL (92 d.l.)	N = 29	N = 83	
Rendement anatomique (p.cent)	**	*	NS	NS	†	3,4	66,1	63,5	0,8
Poids du jambon paré et désossé (kg)	***	NS	NS	NS	NS	0,44	5,50	4,97	0,10

L'avantage de composition corporelle des porcs positifs se retrouve aussi dans le rendement anatomique du jambon (+ 2,6 ± 0,8 points).

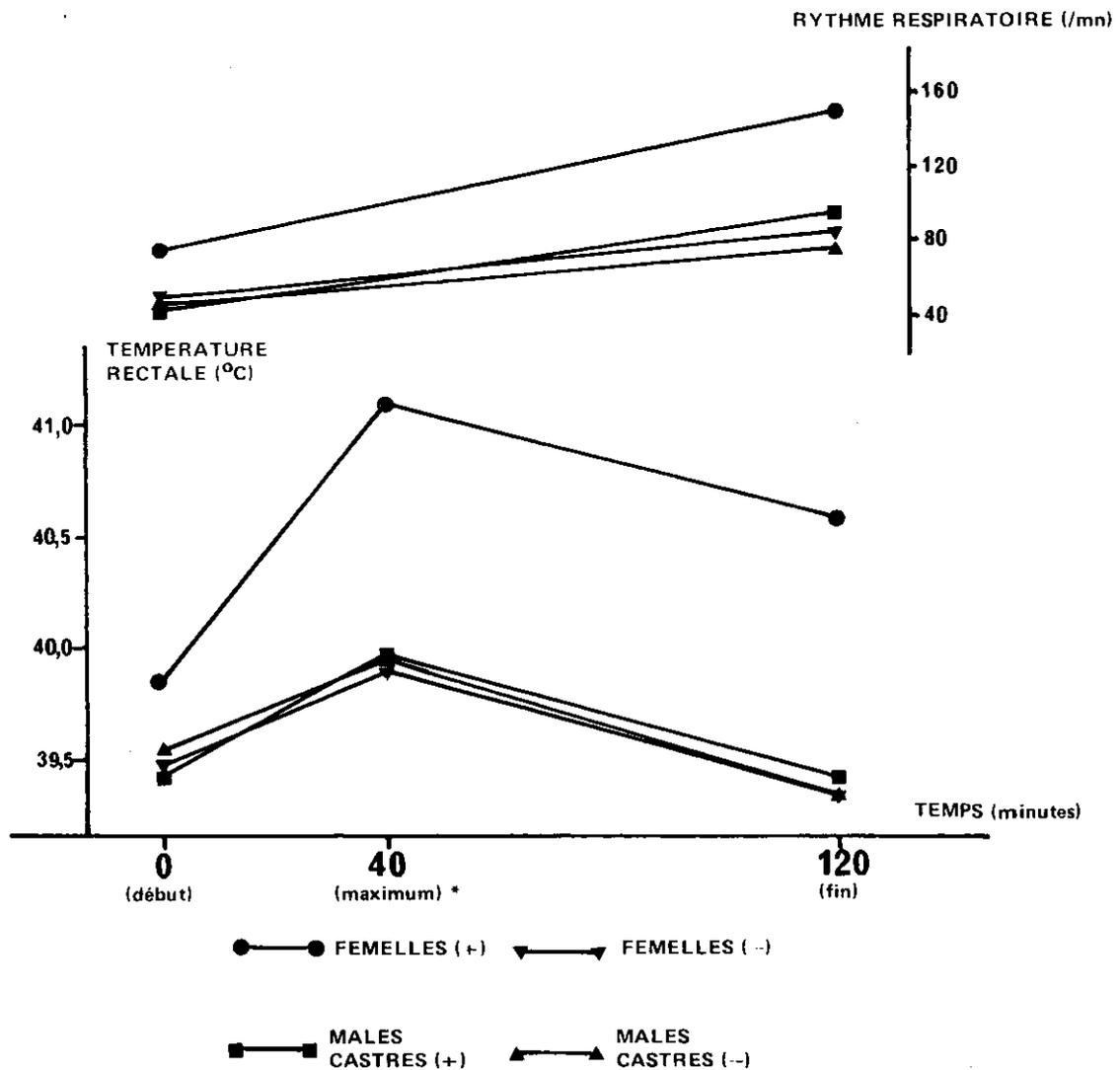
4/ Mesures réalisées pendant l'épreuve de la "Balancoire"

Le fait le plus marquant révélé par l'analyse de variance de ces mesures (tableau 4) est l'existence d'une interaction réaction x sexe statistiquement significative pour sept des huit variables étudiées. Comme l'indique la figure 2 où sont reportées les moyennes des quatre groupes réaction-sexe, cette interaction est à relier pour l'essentiel au comportement très particulier des femelles positives. Au début de l'épreuve, ces dernières ont une température rectale plus élevée (+ 0,3 - 0,4°C) et un rythme respiratoire plus rapide (+ 64 p. 100) que les trois autres groupes d'animaux dont la température rectale évolue de façon à peu près identique en cours d'épreuve. Les valeurs maximale et finale de la température rectale sont beaucoup plus élevées d'environ 1,2°C chez les femelles (+) ; il est à noter à ce propos que l'épreuve a dû être arrêtée prématurément (au bout de 30 et 50 minutes) pour deux d'entre elles dont le comportement laissait entrevoir une issue fatale.

TABLEAU 4
ANALYSE DE VARIANCE DES MESURES REALISEES PENDANT L'EPREUVE DE LA "BALANCOIRE"

VARIABLES			TESTS F					ECART-TYPE RESIDUEL (94 à 96 d.l. selon les variables)
			Réaction (1 d.l.)	Sexe (1 d.l.)	Réaction x sexe (1 d.l.)	Série hebdomadaire (16 d.l.)	Régression sur le poids vif (1 d.l.)	
TEMPERATURE RECTALE (°C)	Initiale T_i		NS	†	*	NS	NS	0,46
	Finale T_f		***	***	***	NS	NS	0,67
	Maximale T_m		***	***	***	NS	NS	0,64
	Accroissement ($T_f - T_i$)		***	**	*	NS	NS	0,61
	Accroissement ($T_m - T_i$)		***	**	**	NS	NS	0,51
RYTHME RESPIRATOIRE (/mn)	Initial R_i		**	***	***	**	*	18
	Final R_f		***	**	*	NS	NS	48
	Accroissement ($R_f - R_i$)		**	NS	NS	NS	NS	46

FIGURE 2
EVOLUTION DE LA TEMPERATURE RECTALE ET DU RYTHME RESPIRATOIRE AU COURS DE L'EPREUVE DE LA "BALANCOIRE"



* La température maximale a été atteinte en moyenne au bout de 40 minutes mais une variation assez grande a été observée entre individus de ce point de vue.

Les porcs (+) présentent un accroissement du rythme respiratoire deux fois plus grand que les porcs (-), tant chez les femelles que chez les mâles castrés (aucune interaction entre les effets réaction et sexe n'est mise en évidence pour cette variable). Le rythme respiratoire final est nettement plus élevé chez les porcs (+) que chez les porcs (-), la différence étant significativement plus forte chez les femelles (+ 77. p. 100) que chez les mâles castrés (+ 26 p. 100).

5/ Qualité technologique de la viande :

Sept mesures de qualité de viande ont été réalisées sur des muscles du jambon 24 heures post mortem (tableau 5) : un désavantage des porcs (+) est mis en évidence pour quatre d'entre elles, les différences les plus nettes concernant la réflectance et la capacité de rétention d'eau du muscle Long vaste ($P < 0,01$).

De façon assez surprenante, le désavantage présumé des porcs (+) n'apparaît pas au niveau du rendement technologique de la transformation du jambon en "Jambon de Paris" : la différence trouvée atteint seulement $0,4 \pm 0,9$ point. De la même façon, aucune différence entre les deux catégories de porcs n'est trouvée sur le muscle Long vaste pour la solubilité des protéines sarcoplasmiques et la teneur en pigment.

TABLEAU 5
CRITERES DE QUALITE TECHNOLOGIQUE DE LA VIANDE

VARIABLE (1)		ANALYSE DE VARIANCE (tests F)					ECART-TYPE RESIDUEL 97 d.l.)	ESTIMEES des MOYENNES		s _d
		Réaction	Sexe	Réaction x sexe	Date d'abattage	Régression sur le poids d'abattage		(+)	(-)	
		(1 d.l.)	(1 d.l.)	(1 d.l.)	(16 d.l.)	(1 d.l.)		N=30	N=88	
MESU- RES SUR LA CAR- CASSE 24 HEU- RES POST MOR- TEM	pH Adducteur	NS	*	NS	***	NS	0,23	6,15	6,12	0,05
	pH L.V.	NS	†	*	***	NS	0,16	5,83	5,84	0,04
	pH F.S.	*	NS	NS	***	*	0,18	5,91	6,01	0,04
	Temps d'imbibition L.V. (sec.)	***	*	†	*	NS	35	137	170	8
	Temps d'imbibition F.S. (sec.)	*	NS	NS	†	NS	61	66	96	14
	Réflectance L.V.	**	NS	NS	*** (15 d.l.)	NS	44(93 d.l.)	860	829	10
	Réflectance F.S.	NS	**	NS	*** (13 d.l.)	NS	38(83 d.l.)	887	873	9
Degrés de liberté		1	1	1	15	1	92	N=29	N=83	
TRANS- FOR- MA- TION DU JAM- BON EN "JAM- BON DE PARIS"	Gain au saumurage (p. cent)	NS	NS	NS	NS	NS	4,0	14,4	14,2	0,9
	Perte à la cuisson (p. cent)	NS	NS	NS	***	NS	2,6	25,3	24,9	0,6
	Rendement technologique (p. cent)	NS	NS	NS	***	NS	3,7	85,4	85,8	0,9
	Poids jambon cuit (kg)	***	NS	NS	**	NS	0,37	4,70	4,26	0,09
	Pigment total L.V. (γ de fer héminique/g)	NS	NS	NS	***	NS	0,54	4,03	4,03	0,13
Valeur de transmission L.V. (p. cent)	NS	NS	NS	*** (14 d.l.)	NS	6,5(83 d.l.)	79,5 (N=27)	78,0 (N=75)	1,6	

(1) L.V. : Long vaste ; F.S. : Fessier superficiel.

DISCUSSION

Un premier point à discuter est la précision du test d'anesthésie à l'halothane pour détecter les porcs sujets au syndrome d'hyperthermie maligne. Ceci pose en fait le problème de la durée de l'épreuve : avec une anesthésie limitée à 5 minutes, le risque d'erreur de diagnostic - uniquement dans le sens d'une non-détection de sujets positifs - n'est sans doute pas nul. Certains animaux ne manifestent que tardivement les symptômes caractéristiques du syndrome : dans notre expérience, 23 % des porcs positifs (pour la plupart des mâles castrés) ont été reconnus comme tels après quatre minutes et plus d'anesthésie effective. D'une façon générale, les femelles (+) présentent une élévation de la température rectale en cours d'anesthésie beaucoup plus importante que les mâles castrés (+) et elles sont détectées plus précocement. L'égalité des fréquences observées de l'anomalie dans les deux sexes suggère que les cas non détectés doivent être rares, car du fait de la réaction plus tardive des mâles, ceux-ci devraient échapper plus souvent que les femelles à la détection.

Pour l'ensemble des animaux, nos résultats contrastent avec ceux d'EIKELENBOOM et MINKEMA (1974) qui n'ont pas observé d'élévation de la température rectale des porcs positifs au cours d'une anesthésie réalisée dans des conditions similaires, sur un échantillon de 231 porcs Landrace hollandais où la fréquence des sujets positifs était de 13 p. 100.

Il est remarquable que, comme lors de l'anesthésie, on observe chez les femelles (+), pendant l'épreuve de la balançoire, une réaction nettement plus prononcée que celle des autres groupes d'animaux. Il semble donc que ces femelles (+) manifestent précocement une sensibilité au stress anormalement élevée, qui se maintient au cours de la croissance.

En ce qui concerne les performances de croissance et de composition corporelle, il est de nouveau intéressant de rapprocher nos résultats de ceux de l'étude hollandaise citée plus haut. Dans cette étude également, les porcs (+) présentaient une carcasse plus courte, un rendement supérieur et une meilleure composition corporelle. Toutefois cet avantage de composition corporelle (appréciée par des mesures d'épaisseur de lard et par la classification commerciale des carcasses) n'était statistiquement significatif que chez les mâles castrés. Les discordances les plus marquées entre l'étude d'EIKELENBOOM et MINKEMA (1974) et la présente étude concernent d'une part la vitesse de croissance, d'autre part et surtout, la qualité de viande. Alors que nous n'avons mis en évidence aucune différence notable de gain moyen quotidien entre les deux catégories de porcs, EIKELENBOOM et MINKEMA (1974) ont trouvé un désavantage des porcs (+) de ce point de vue : - 80 g/j ($P < 0,001$) chez les femelles, - 26 g/j (non significatif) chez les mâles castrés. Au niveau de la qualité de la viande, nous n'observons des différences, au désavantage des porcs (+), que sur la viande fraîche (24 heures **post mortem**). Notons que ces différences ne reflètent pas la plus grande sensibilité au stress des femelles (+), puisque l'interaction réaction x sexe est généralement très faible. L'infériorité de qualité de la viande des porcs (+) disparaît à la transformation en jambon de Paris (rendement technologique identique pour les deux groupes). Or cette mesure du rendement technologique est, à nos yeux, le critère global d'appréciation le plus approprié de la qualité technologique des viandes de porc. Contrairement à nos résultats, EIKELENBOOM et MINKEMA (1974) observent une forte interaction réaction x sexe pour les critères de qualité de la viande. Pour ces auteurs en effet, la qualité de la viande mesurée 24 heures après abattage n'est significativement dégradée que chez les femelles (+).

Ceci nous amène à constater que :

- dans notre étude, les femelles (+) se distinguent nettement des trois autres types d'animaux pour les critères de sensibilité à l'anesthésie et au stress.
- dans l'étude néerlandaise, les femelles (+) diffèrent des trois autres groupes de porcs par une qualité de viande, mesurée 24 heures **post mortem**, nettement inférieure.

Il semblerait donc que des influences sexuelles sur le métabolisme musculaire, susceptibles de répercussions sur la qualité de la viande, se manifestent dès le jeune âge, au moins chez les animaux développant le syndrome d'hyperthermie maligne. Leur intensité pourrait d'ailleurs être différente d'une race à l'autre suivant les caractéristiques considérées (sensibilité au stress, qualité technologique de la viande, etc...).

La connaissance précise de la relation entre le résultat de l'épreuve d'anesthésie par l'halothane et la qualité de viande a évidemment une importance primordiale car elle conditionne en grande partie l'utilité pratique de ce test pour l'amélioration génétique de la qualité de viande, au moins dans certaines races. Les informations actuellement disponibles n'apportent pas une réponse vraiment claire à cette question essentielle qui a besoin d'être précisée. Il n'est d'ailleurs pas sûr que la relation entre syndrome d'hyperthermie maligne et qualité de viande soit tout à fait identique dans différentes races.

A ce stade de nos investigations, nous pouvons d'ores et déjà considérer deux faits comme acquis :

- le test d'anesthésie à l'halothane, qui a l'avantage d'être facile à mettre en oeuvre, permet, avec une sécurité satisfaisante, de détecter précocement des sujets susceptibles de mourir subitement à l'occasion d'un stress. La relation très étroite, sinon la stricte identité, entre syndrome d'hyperthermie maligne et syndrome de stress semble être établie.
- la susceptibilité au syndrome d'hyperthermie maligne sous l'effet de l'anesthésie à l'halothane est fortement liée, dans la race de Piétrain, au degré de manifestation de l'hypertrophie musculaire de l'animal et son déterminisme héréditaire simple est de nature à faciliter son utilisation sur le plan génétique.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier le Dr. G. EIKELENBOOM (Zeist, Pays-Bas) qui nous a donné des indications sur la technique d'anesthésie avant la publication de ses propres résultats. Nous remercions également R. GOUTEFONGEA (Station de Recherches sur la Viande, Theix) et son équipe qui ont assuré la transformation des jambons, et Y. BONNET (Station de Recherches sur les Métabolismes I.N.R.A., Theix) qui a réalisé la "balancoire".

BIBLIOGRAPHIE

- DEKKER T., HULSHOF H.G., 1971. Transmission value determination (slightly modified Hart method). In 2nd Intern. Symp. on condition and meat quality of pigs, 22-24 Mars, Zeist, Pays-Bas.
- EIKELENBOOM G., MINKEMA D., 1974. Prediction of pale, soft, exudative muscle with a non-lethal test for the halothane-induced porcine malignant hyperthermia syndrome. *Neth. J. Vet. Sci.*, **99**, 421-426.
- HORNSEY H.C., 1956. The colour of cooked cured pork. I. Estimation of the nitric oxide-haem pigments. *J. Sci. Food Agric.*, **7**, 534-540.
- OLLIVIER L., 1970. L'épreuve de la descendance chez le porc Large White français de 1953 à 1966. I. Analyse de la variation. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **2**, 311-324.
- OLLIVIER L., POTIER D., 1975. L'amélioration de la qualité de la viande porcine par la sélection. In *Journées Rech. Porcine en France 1975*, 293-302, Institut Technique du Porc, Paris.
- OLLIVIER L., SELLIER P., MONIN G., 1975. Déterminisme génétique du syndrome d'hyperthermie maligne chez le porc de Piétrain. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **7**, 159-166.
- SYBESMA W., EIKELENBOOM G., 1969. Malignant hyperthermia syndrome in pigs. *Neth. J. Vet. Sci.*, **2**, 155.