

Cv 8310

EFFETS DE LA SENSIBILITÉ A L'HALOTHANE SUR LES CARACTÈRES DE CROISSANCE ET DE COMPOSITION CORPORELLE CHEZ LE PORC

Y. HOUIX (1), P. SELLIER (2), G. MONIN (3)

(1) I.T.P. – Station de sélection porcine – 27, Rue de Bapaume – Le Transloy – 62450 BAPAUME

(2) I.N.R.A. – Station de Génétique quantitative et appliquée – 78350 JOUY-EN-JOSAS

(3) I.N.R.A. – Station de Recherches sur la Viande, Theix – 63110 BEAUMONT

Avec la collaboration technique de C. FELGINES, J. GOGUE et Marie-Reine PERRETANT

INTRODUCTION

De très nombreux travaux ont été conduits dans la dernière décennie sur l'épreuve d'anesthésie à l'halothane (test à l'halothane) : voir la mise au point récente de WEBB *et al.* (1982). Rappelons seulement ici quelques faits essentiels. La réponse de l'animal à l'inhalation d'halothane est de type tout ou rien : certains sujets, dits positifs ou sensibles, présentent un ensemble de réactions caractéristiques, qui constitue le syndrome d'hyperthermie maligne (SHM), alors que d'autres, dits négatifs ou non-sensibles, supportent normalement l'anesthésie. Il est très généralement admis que la sensibilité à l'halothane obéit à un déterminisme monogénique. Le gène en cause, désigné Hal^s, est récessif, non lié au sexe et à forte pénétrance : voir, par exemple, OLLIVIER *et al.* (1975) et SELLIER (1979). Des associations plus ou moins étroites ont été trouvées entre la sensibilité à l'halothane et la plupart des caractères zootechniques. Le lien, sinon la stricte identité, entre le SHM déclenché par l'halothane et le syndrome de stress, responsable des cas de mort subite consécutifs à une agression subie par l'animal, a été établi. Il a été également montré qu'une relation étroite existe entre le SHM et le phénomène d'hypertrophie musculaire : cette question a été discutée par OLLIVIER (1980). L'association entre la sensibilité à l'halothane et la prédisposition à produire une viande exsudative a été par ailleurs maintes fois observée.

La nature exacte de l'association entre sensibilité à l'halothane et qualité de viande reste toutefois à éclaircir et c'est notamment pour cette raison qu'a été mise en route en 1979 une action thématique programmée impliquant plusieurs races de porcs (ATP-INRA « Qualités des viandes porcines »). De nombreuses informations ont été recueillies dans le cadre de cette étude. Nous nous proposons ici de présenter certaines d'entre elles, qui ne sont pas en rapport direct avec le thème central de l'ATP. Trois aspects seront abordés :

1. Variation entre races de la fréquence du SHM. Les premières investigations faites sur ce point en France ont été rapportées par OLLIVIER *et al.* (1978).
2. Relation entre sensibilité à l'halothane et taux de mortalité chez le porc à l'engrais.
3. Effet de la sensibilité à l'halothane sur le gain moyen quotidien et sur les caractères de composition corporelle (rendement en carcasse et teneur en viande de la carcasse).

Sur ce dernier point, les études réalisées jusqu'à présent en France ont porté surtout sur le Piétrain (MONIN *et al.*, 1976, 1981) et il est intéressant d'évaluer l'effet de la sensibilité à l'halothane dans d'autres races porcines exploitées en France.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Matériel animal

L'étude porte sur un effectif total de 1 178 femelles nées dans des élevages de sélection de l'UPRA porcine et envoyées à la station de contrôle de descendance (CD) du Transloy (Pas-de-Calais) entre octobre 1979 et décembre 1981. Ces porcs appartiennent à quatre races : Large White (LW, n = 412), Landrace Français (LF, n = 264), Landrace Belge (LB, n = 450) et Piétrain (PP, n = 52). Quatorze bandes de contrôle, dont l'effectif varie de 58 à 102 porcs, sont concernées : les races LW et LB sont représentées dans toutes les bandes alors que les races LF et PP sont représentées dans 9 et 4 bandes respectivement. Le tableau 1 donne quelques informations complémentaires sur l'origine et la structure génétiques des 4 échantillons.

TABEAU 1
EFFECTIFS, PROVENANCE ET STRUCTURE GÉNÉTIQUE DES ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS

Race	Large White	Landrace Français	Landrace Belge	Piétrain
Nombre d'élevages d'origine . . .	43	25	22	6
Nombre de pères	128	88	107	16
Nombre de mères	200	130	215	26
Nombre d'individus entrés en station	412	264	450	52
Nombre d'individus ayant terminé normalement le contrôle	365	244	393	47

2. Modalités expérimentales

Les porcelets sont arrivés à la station à un poids moyen de 24,8 kg. Dans la semaine ou la quinzaine suivant leur entrée en station, ils ont été soumis à une épreuve d'anesthésie à l'halothane de 5 minutes, selon la technique décrite par OLLIVIER *et al.* (1978). Le poids et l'âge moyens des animaux lors du test à l'halothane étaient de 29 kg et 80 jours respectivement. Les porcs ont été ensuite contrôlés selon les modalités habituelles prévues par le protocole des stations CD : début du contrôle de croissance vers 35 kg, alimentation à volonté par lots de 2 pleines-sœurs, abattages à un poids vif voisin de 100 kg (85 kg pour le Piétrain), découpe parisienne normalisée d'une demi-carasse.

L'effectif total de porcs ayant terminé normalement le contrôle est de 1 049. Les causes de mortalité en cours de contrôle ont été enregistrées aussi précisément que possible.

3. Analyse statistique

La signification statistique des différences de fréquences (pourcentage de réagissants, taux de mortalité) a été établie à l'aide de tests χ^2 .

L'effet de la sensibilité à l'halothane sur le gain moyen quotidien et les caractères de composition corporelle a été estimé par la méthode des moindres carrés appliquée à deux modèles d'analyse de variance à effets fixés. Ainsi, pour les 13 caractères de composition corporelle, les deux modèles incluent les effets suivants :

Modèle 1 : race (4 niveaux), type de réaction à l'halothane (2 niveaux), bande de contrôle (14 niveaux), interaction race x type de réaction, régression linéaire sur le poids vif d'abattage.

Modèle 2 : race-type de réaction (7 niveaux), bande de contrôle (14 niveaux), régression linéaire sur le poids vif d'abattage.

Les résultats rapportés ici proviennent pour l'essentiel des analyses reposant sur le modèle 2 : les contrastes linéaires appropriés ont été calculés pour préciser la différence entre sensibles et non-sensibles dans chacune des races où les deux types de porcs existent et pour tester si cette différence est la même chez le Landrace Belge et le Landrace Français. Précisons que, du fait de la grande imprécision des estimées dans le cas du Piétrain (liée au très petit nombre d'individus non-sensibles dans l'échantillon) et aussi du fait de la différence de poids vif d'abattage, les chiffres concernant cette race ne sont pas présentés ici pour les caractères de croissance et de composition corporelle. Enfin, pour estimer les différences entre les races pures, le modèle d'analyse suivant (modèle 3) a été appliqué aux caractères de composition corporelle : race (4 niveaux), bande de contrôle (14 niveaux), régression linéaire sur le poids vif d'abattage.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

1. Variation entre races de la fréquence du SHM

Les pourcentages de sujets sensibles à l'halothane dans les quatre races sont donnés dans le tableau 2.

En ce qui concerne le Large White, l'absence de sensibles parmi les 412 porcs testés confirme le résultat d'OLLIVIER *et al.* (1978), obtenu il y a quelques années sur un échantillon de 102 jeunes verrats Large White dans deux stations de contrôle individuel. Compte-tenu de la taille de notre échantillon et de la diversité de provenance des porcs testés, il est permis de conclure que le gène de la sensibilité à l'halothane est, à l'heure actuelle, à une fréquence très basse, sinon nulle, chez le Large White français. De ce point de vue, notre Large White est comparable à la quasi-totalité des variétés nationales de Large White ou Yorkshire en Europe.

TABLEAU 2
RÉSULTATS DES TESTS A L'HALOTHANE DANS LES QUATRE RACES ÉTUDIÉES

Race	Large White	Landrace Français	Landrace Belge	Piétrain
Nombre de porcs soumis au test	412	264	450	52
Poids au moment du test (kg) .	29,5 ± 0,2 (1)	29,2 ± 0,3	28,4 ± 0,2	27,0 ± 0,4
Pourcentage de sensibles	0	19,3 ± 2,4	83,8 ± 1,7	82,7 ± 5,3
Temps de réaction des sensibles (secondes) (2)	—	47 ± 9 (n = 51)	29 ± 3 (n = 377)	26 ± 9 (n = 43)

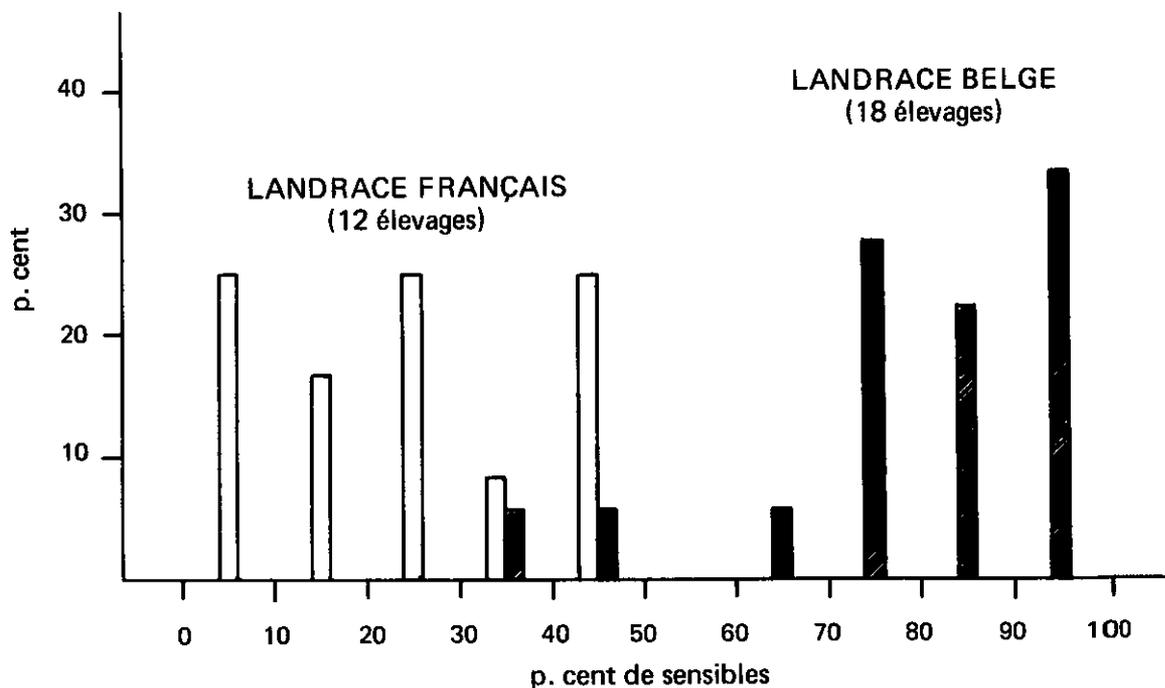
(1) Moyenne ± erreur standard.

(2) Mesuré à compter du moment où l'anesthésie est considérée comme effective.

En ce qui concerne le Landrace Français, la fréquence des sensibles dans la présente étude ($19,3 \pm 2,4$ p. cent) ne diffère pas significativement de la fréquence trouvée par OLLIVIER *et al.* (1978) dans un échantillon de 98 jeunes verrats entrés en 1976 en station de contrôle individuel ($18,4 \pm 3,9$ p. cent). Ce chiffre de 19 p. cent est peut-être une surestimation de la fréquence vraie du SHM dans les élevages de sélection du Landrace Français. Le biais peut d'abord être relié au choix visuel sur conformation (développement musculaire) éventuellement pratiqué par l'éleveur quand il envoie des animaux, en particulier des femelles, en station de sélection : le lien entre sensibilité à l'halothane et développement musculaire apparent du porcelet a été clairement établi par OLLIVIER *et al.* (1978) chez le Landrace Français. Par ailleurs, de grandes différences de fréquence sont mises en évidence entre les élevages LF qui ont fourni des porcelets (figure 1). Ce groupe de 25 élevages n'est sans doute pas parfaitement représentatif de l'ensemble des élevages de sélection du Landrace Français. Il s'y ajoute le fait que les élevages à forte fréquence de sensibles (par exemple 25 p. cent et plus) sont « sur-représentés » dans notre échantillon : la fréquence de sensibles est de 21,4 p. cent pour les 12 élevages ayant fourni chacun au moins 8 animaux testés, alors qu'elle est environ moitié moindre (11,1 p. cent) pour les 13 élevages ayant fourni chacun moins de 7 porcelets testés. Des éléments d'information récents confirment les réserves qui viennent d'être faites sur la fréquence de sensibles observée dans notre échantillon de femelles Landrace Français. Indiquons par exemple que la fréquence de sensibles chez les jeunes verrats Landrace Français envoyés dans les stations de contrôle individuel (où le test à l'halothane est pratiqué de façon systématique depuis octobre 1981) tourne autour de 10 p. cent (données non publiées). Sur le plan de la fréquence du SHM, le Landrace Français se situerait donc en position moyenne parmi les populations nationales de Landrace en Europe. Si l'on met à part le Landrace Allemand (RFA) et le Landrace Belge, la fréquence des réagissants chez le Landrace varie, selon le pays, entre 4-5 p. cent (Norvège, Irlande) et 22-24 p. cent (Pays-Bas, Suisse) : pour plus de détails, voir les bilans établis par SELLIER (1979), FRANCESCHI et OLLIVIER (1981) et WEBB *et al.* (1982).

FIGURE 1

RÉPARTITION DES ÉLEVAGES FOURNISSEURS EN FONCTION DU POURCENTAGE DE SUJETS SENSIBLES A L'HALOTHANE CHEZ LE LANDRACE FRANÇAIS ET LE LANDRACE BELGE (élevages représentés par au moins 8 porcelets testés à l'halothane)



Les fréquences de sensibles dans nos échantillons Landrace Belge (84 ± 2 p. cent) et Piétrain (83 ± 5 p. cent) sont très proches l'une de l'autre. La fréquence trouvée chez les femelles Landrace Belge est nettement plus forte ($P < 0,01$) que celle précédemment observée par OLLIVIER *et al.* (1978) chez 128 jeunes verrats de contrôle individuel (53 ± 4 p. cent). Qu'il s'agisse du Landrace Belge ou du Piétrain, la représentativité des échantillons étudiés est de nouveau à discuter. La plus ou moins bonne représentativité du groupe d'élevages fournisseurs n'est cette fois pas en cause puisque la très grande majorité des élevages de sélection de ces deux races sont représentés dans notre échantillon. Par contre, le choix sur le développement musculaire apparent des jeunes femelles envoyées en station CD peut être une source de surestimation de la fréquence du SHM. Remarquons toutefois, à propos du Landrace Belge, que notre estimation de la fréquence des réagissants est tout à fait comparable à la valeur de 86 p. cent (moyenne de 5 études) citée par WEBB *et al.* (1982).

2. Analyse des cas de mortalité

Sur l'ensemble des 1 178 porcs entrés à la station, 57 cas de mortalité, toutes causes confondues, ont été enregistrés. Leur répartition en fonction de la race et du type de réaction à l'halothane est donnée dans le tableau 3, où sont indiqués le nombre de cas de mortalité survenus à l'occasion du test à l'halothane lui-même et le nombre de cas de mortalité subite qui peuvent être attribués au syndrome de stress.

Le taux de mortalité directement consécutive au test à l'halothane a été de $1,9 \pm 0,6$ p. cent chez les sujets sensibles des trois races concernées, le Landrace Belge ayant été le moins affecté par ce type de mortalité.

TABLEAU 3
RÉPARTITION DES CAS DE MORTALITÉ

Race		Large White	Landrace Français		Landrace Belge		Piétrain		Toutes races confondues	
			nég.	pos.	nég.	pos.	nég.	pos.	nég.	pos.
réaction à l'halothane (1)		nég.	nég.	pos.	nég.	pos.	nég.	pos.	nég.	pos.
effectif de porcs testés à l'halothane		412	213	51	73	377	9	43	707	471
Nombre de cas de mortalité	à l'issue du test à l'halothane	0	0	3	0	3	0	3	0	9
	attribués au syndrome de stress	0	0	6	1	16	0	0	1	22
	attribués à d'autres causes	14	2	1	1	7	0	0	17	8
	total	14	2	10	2	26	0	3	18	39

(1) nég. = négatifs (non-sensibles) pos. = positifs (sensibles).

Le fait le plus notable indiqué par les chiffres du tableau 3 est la différence très nette entre individus sensibles et non-sensibles pour le taux de mortalité due au syndrome de stress pendant l'engraissement (y compris pendant le transport à l'abattoir). Si l'on exclut les cas de mortalité enregistrés à l'issue du test à l'halothane et si l'on considère l'ensemble des porcs de l'étude sans distinction de race, la mortalité attribuable au syndrome de stress s'est élevée à 4,76 p. cent chez les réagissants, contre 0,14 p. cent seulement chez les non-réagissants : la différence entre ces deux taux est hautement significative ($P < 0,01$). Si l'on considère les races séparément, la différence est significative au seuil $P < 0,01$ chez le Landrace Français (12,5 contre 0 p. cent) mais elle n'atteint pas le seuil de signification chez le Landrace Belge (4,3 contre 1,4 p. cent ;

0,10 < P < 0,25). Dans cette dernière race, un seul individu jugé non-sensible lors du test à l'halothane est mort par la suite de syndrome de stress : il s'agit sans doute d'un individu homozygote sensible qui n'a pas été détecté par le test à l'halothane (pénétrance incomplète). D'un autre côté, la mortalité attribuée à des causes autres que le syndrome de stress a été du même ordre chez les sensibles et chez les non-sensibles : respectivement 1,7 et 2,4 p. cent, en regroupant les quatre races ($\chi^2_1 = 0,38$; P > 0,50).

Au total, la mortalité toutes causes confondues a été respectivement de 19,6 et 0,9 p. cent chez les LF sensibles et non-sensibles (P < 0,01), de 6,9 et 2,7 p. cent chez les LB sensibles et non-sensibles (0,10 < P < 0,25), et de 8,3 et 2,5 p. cent pour l'ensemble des porcs sensibles et non-sensibles (P < 0,01).

L'effet défavorable de la sensibilité à l'halothane sur le taux de mortalité chez le porc à l'engrais est dû de façon prépondérante à l'association entre sensibilité à l'halothane et prédisposition au syndrome au stress. Cet effet a été mentionné par plusieurs auteurs : voir, par exemple, MONIN *et al.* (1976) et la revue de WEBB *et al.* (1982). Ces derniers auteurs concluent, sur la base de trois études, que le taux de mortalité après sevrage des porcs sensibles est supérieur en moyenne de 9,8 points de pourcentage à celui des porcs non-sensibles. Notre chiffre est cohérent avec ce résultat moyen si l'on considère que seule la mortalité après 25 kg est prise en compte ici.

3. Effet de la sensibilité à l'halothane sur la vitesse de croissance

Les résultats sur ce point sont donnés dans le tableau 4. Les individus réagissants et non-réagissants ne diffèrent pas de façon significative pour le gain moyen quotidien et l'âge à 100 kg, tant en Landrace Français qu'en Landrace Belge. L'estimation combinée de la différence de gain moyen quotidien pour ces deux races est de 6 ± 9 g/j, à l'avantage des individus sensibles à l'halothane. L'absence de différence notable de vitesse de croissance entre sensibles et non-sensibles a été retrouvée par la plupart des auteurs : voir MONIN *et al.* (1976), OLLIVIER *et al.* (1978) et d'autres études citées par WEBB *et al.* (1982). Chez le Landrace Néerlandais (EIKELNBOOM *et al.*, 1977), une supériorité des non-sensibles sur les sensibles ne s'était manifestée pour le gain moyen quotidien qu'en alimentation à volonté : bien que la présente comparaison ait été réalisée dans ce contexte, la tendance observée chez le Landrace Français est en faveur des sensibles.

TABLEAU 4

VITESSE DE CROISSANCE SELON LA RACE ET LE TYPE DE RÉACTION A L'HALOTHANE

Race	Large White	Landrace Français		Landrace Belge	
		nég.	pos.	nég.	pos.
Type de réaction (1)	nég.	nég.	pos.	nég.	pos.
Effectif	365	203	41	65	328
Gain moyen quotidien (g) 35-100 kg	855 ± 4	818 ± 6	833 ± 13	772 ± 10	769 ± 5
D ± s _D (2)		15 ± 14 NS		- 3 ± 11 NS	
Age à 100 kg (j)	165 ± 1	168 ± 1	167 ± 1	177 ± 1	177 ± 1
D ± s _D (2)		- 1 ± 2 NS		0 ± 1 NS	

(1) nég. = négatifs pos. = positifs.

(2) D = pos. - nég. s_D = erreur-standard de D NS = non significatif (P > 0,10).

La relation entre sensibilité à l'halothane et indice de consommation n'a pas pu être valablement examinée dans notre étude où le contrôle de consommation d'aliment est réalisé par lots de deux pleines-sœurs. D'après la synthèse de WEBB *et al.* (1982), un avantage des sensibles

sur les non-sensibles est généralement observé sur ce plan (en moyenne 0,06 point d'indice de consommation).

4. Effet de la sensibilité à l'halothane sur les caractères de composition corporelle

Les résultats de la comparaison entre sensibles et non-sensibles chez le Landrace Français et le Landrace Belge sont rapportés au tableau 5 pour 13 caractères de composition corporelle. Pour 11 de ces 13 caractères, la différence entre les deux types de porcs est significative au seuil de 10, 5 ou 1 p. cent dans l'une et l'autre race. Le seul caractère pour lequel les sensibles et les non-sensibles ne diffèrent significativement ni chez le Landrace Français ni chez le Landrace Belge est le poids de poitrine. Quant au poids des pieds, il est affecté significativement ($P < 0,01$) par la sensibilité à l'halothane chez le Landrace Français alors que la différence n'est pas significative chez le Landrace Belge : l'interaction race x type de réaction à l'halothane est significative, au seuil de 1 p. cent, pour ce caractère. Nous reviendrons un peu plus loin sur les tests d'interaction entre le facteur race et le facteur sensibilité à l'halothane.

Si nous considérons pour le moment l'estimation combinée (D) de la différence entre positifs et négatifs, nous retrouvons dans cette étude un résultat désormais classique : à un poids d'abattage donné, les individus positifs donnent une carcasse plus lourde et plus courte (donc plus « compacte »), dont le rapport muscle/gras est plus favorable. Ainsi, la différence entre positifs et négatifs est de l'ordre de l'écart-type du caractère pour le poids de longe et de l'ordre de 3/4 d'écart-type pour le rendement en carcasse et la longueur de la carcasse. A des fins de comparaison, nous rapportons dans le tableau 6 pour quelques caractères représentatifs les différences trouvées dans la présente étude, les différences trouvées dans une précédente étude portant sur le Piétrain (MONIN *et al.* 1981) et les différences moyennes calculées par WEBB *et al.* (1982) d'après les résultats disponibles dans la littérature.

TABLEAU 5
CARACTÈRES DE COMPOSITION CORPORELLE :
DIFFÉRENCES ENTRE POSITIFS ET NÉGATIFS
CHEZ LE LANDRACE FRANÇAIS ET LE LANDRACE BELGE (1)

Caractère	Landrace Français $D_1 \pm s_{D_1}$	Landrace Belge $D_2 \pm s_2$	Test $D_1 = D_2$ (2)	Estimation combinée $D \pm s_D$	Écart-type du caractère (3)	
Poids net sans tête (kg)	1,4 ± 0,2**	0,8 ± 0,2**	*	(1,1 ± 0,2**)	1,4	
Demi-carcasse découpée (kg) . .	0,5 ± 0,1**	0,4 ± 0,1**	NS	0,5 ± 0,1**	0,8	
Longueur (mm)	- 24 ± 4**	- 13 ± 3**	§	- 19 ± 3**	25	
Épaisseur de lard (mm) {	rein	- 1,4 ± 0,7 §	- 2,2 ± 0,6**	NS	- 1,8 ± 0,5**	4,2
	dos	- 1,2 ± 0,6 §	- 1,1 ± 0,5*	NS	- 1,1 ± 0,4**	3,5
	cou	- 2,0 ± 0,8*	- 2,5 ± 0,7**	NS	- 2,2 ± 0,5**	4,9
Longe (kg)	0,71 ± 0,11**	0,50 ± 0,09**	NS	0,61 ± 0,07**	0,65	
Jambon (kg)	0,30 ± 0,07**	0,26 ± 0,06**	NS	0,28 ± 0,04**	0,40	
Hachage (kg)	0,12 ± 0,06*	0,09 ± 0,04*	NS	0,11 ± 0,04**	0,32	
Poitrine (kg)	0,04 ± 0,06 NS	- 0,04 ± 0,05 NS	NS	0,00 ± 0,04 NS	0,34	
Bardière (kg)	- 0,39 ± 0,11**	- 0,40 ± 0,09**	NS	- 0,39 ± 0,07**	0,64	
Panne (kg)	- 0,07 ± 0,03*	- 0,11 ± 0,02**	NS	- 0,09 ± 0,02**	0,16	
Pieds (kg)	- 0,05 ± 0,01**	- 0,01 ± 0,01 NS	**	(- 0,03 ± 0,01**)	0,07	

(1) D = positifs - négatifs, s_D = erreur-standard de D.

(2) Ce test équivaut à un test d'interaction entre le type de réaction à l'halothane et la variété de Landrace.

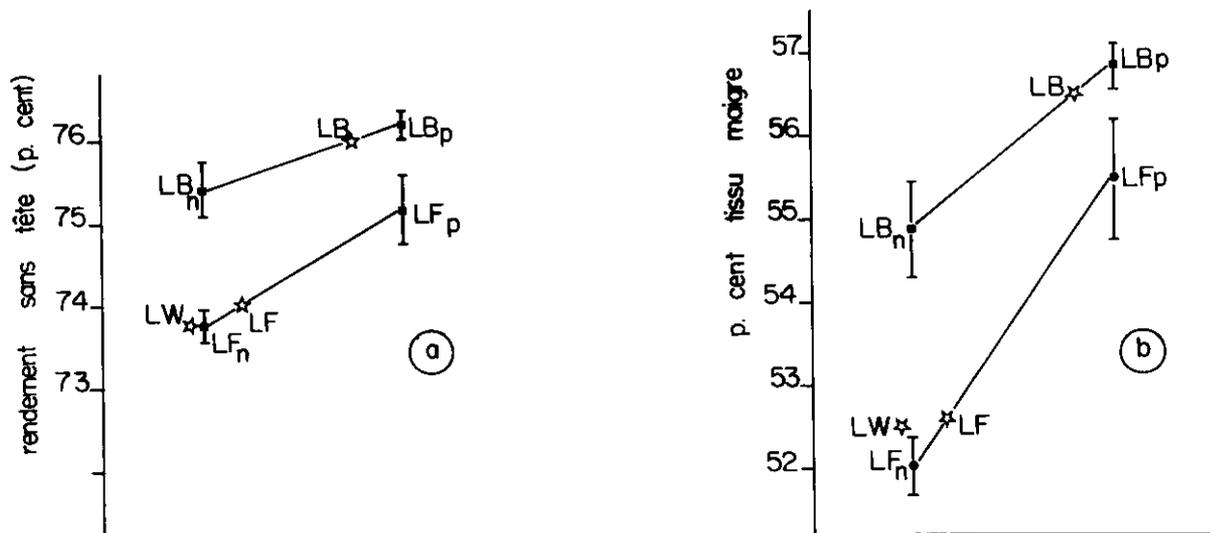
(3) Écart-type résiduel de l'analyse de variance (modèle 2 ; 1028 degrés de liberté).

NS : non significatif ($P > 0,10$) ; § : significatif au seuil $P < 0,10$;

* : significatif au seuil $P < 0,05$; ** : significatif au seuil $P < 0,01$.

FIGURE 2

REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DE L'INTERACTION ENTRE TYPE DE RÉACTION A L'HALOTHANE ET VARIÉTÉ DE LANDRACE POUR LE RENDEMENT EN CARCASSE (a) ET POUR LE POURCENTAGE ESTIMÉ DE TISSU MAIGRE DANS LA CARCASSE (b)



LF_n et LB_n : LF et LB négatifs } le trait vertical représente l'intervalle de confiance au seuil de 5 p. cent.
 LF_p et LB_p : LF et LB positifs }
 LF, LB, LW (étoiles) : moyennes des races pures Landrace Français, Landrace Belge et Large White.

TABLEAU 6

BILAN DES ESTIMATIONS DE LA DIFFÉRENCE ENTRE SENSIBLES ET NON-SENSIBLES A L'HALOTHANE POUR LES PRINCIPAUX CARACTÈRES DE COMPOSITION CORPORELLE (1)

Source	Présente étude		MONIN <i>et al.</i> (1981)	Mise au point de WEBB <i>et al.</i> (1982)	
	Landrace Français (100 kg)	Landrace Belge (100 kg)	Piértrain (88 kg)	moyenne	étendue (2)
Race concernée (poids d'abattage)					
	Landrace Français (100 kg)	Landrace Belge (100 kg)	Piértrain (88 kg)		Diverses races (autour de 90 kg)
Rendement en carcasse (p. cent)	+ 1,4	+ 0,8	+ 1,7	+ 1,0	0,2 à 2,6 (6)
Longueur de carcasse (mm)	- 24	- 13	- 24	- 11	- 29 à + 1 (9)
Épaisseur moyenne de lard dorsal (mm)	- 1,5	- 1,9	- 0,5	- 1,0	- 4,0 à + 1,0 (14)
Teneur en tissu maigre (p. cent)	+ 3,4	+ 1,9	+ 2,2	+ 2,6	0,9 à 4,6 (8)
Poids de tissu maigre produit par porc (kg)	+ 3,3	+ 1,9	+ 2,4	-	-

(1) Différence sensibles — non-sensibles.

(2) Entre parenthèses : nombre d'études passées en revue.

La comparaison des différences entre réagissants et non-réagissants selon le type de Landrace mérite quelques commentaires. L'interaction race x type de réaction est, nous l'avons vu, significative pour le poids des pieds ($P < 0,01$) mais aussi pour le poids de carcasse ($P < 0,05$, figure 2a) et, à un degré moindre, pour la longueur de carcasse ($P < 0,10$). Dans les trois cas, l'interaction traduit le même phénomène, à savoir une différence d'amplitude plus faible chez le Landrace Belge que chez le Landrace Français. Ceci vaut aussi pour l'estimation du pourcentage de tissu maigre de la carcasse (tableau 6, figure 2b) : la supériorité des individus sensibles à l'halothane est de 1,9 point chez le Landrace Belge contre 3,5 points chez le Landrace Français. Ces interactions peuvent s'expliquer si l'on admet qu'au locus de la sensibilité à l'halothane, il y a approximativement additivité des effets de l'allèle de sensibilité et de l'allèle normal pour les caractères concernés ou, en d'autres termes, que l'hétérozygote est à peu près intermédiaire entre l'homozygote normal et l'homozygote sensible. Sous cette hypothèse, qui est suggérée par plusieurs comparaisons directes ou indirectes entre les trois génotypes (voir la revue de WEBB *et al.*, 1982), on peut s'attendre à ce que la différence entre réagissants et non-réagissants dans une population donnée soit d'autant plus forte que la fréquence des réagissants, et donc de l'allèle Hal^s, est plus faible. Ceci découle des différences de composition génotypique du groupe des individus non-sensibles, telles qu'on peut les déduire de la fréquence de Hal^s en supposant que la population est à l'équilibre de Hardy-Weinberg. Dans une race à forte fréquence de sensibles (cas du Landrace Belge), le groupe des non-sensibles est composé en grande majorité d'hétérozygotes, relativement « proches » des sensibles sur le plan de la composition corporelle. Dans une race à fréquence moyenne ou basse de sensibles (cas du Landrace Français), le groupe des non-sensibles comprend une proportion beaucoup plus grande d'homozygotes normaux, relativement « éloignés » des sensibles pour la composition corporelle.

Les résultats de la présente étude permettent de se faire une idée approximative des différences entre les trois génotypes au locus de la sensibilité à l'halothane (Hal). En faisant l'hypothèse que ces différences entre génotypes sont égales dans les deux races, le modèle génétique s'écrit :

	Valeurs génotypiques		
	homozygote normal	hétérozygote	homozygote sensible
Landrace Français	- a	d	a
Landrace Belge	x - a	x + d	x + a

où : - a, d et a sont les valeurs génotypiques au locus Hal,

x est la différence (LB - LF) « résiduelle », c'est-à-dire due aux autres locus que Hal.

Les valeurs attendues de la différence (D_1) entre positifs et négatifs chez le LF, de la différence (D_2) entre positifs et négatifs chez le LB et de la différence (D_3) entre les races pures LB et LF sont des fonctions simples des trois paramètres inconnus x, d, a, si l'on fait l'hypothèse que les fréquences génotypiques dans les échantillons comparés sont celles de l'équilibre de Hardy-Weinberg, la pénétrance du gène Hal^s chez l'homozygote étant supposée complète. En égalant les valeurs attendues et les valeurs observées de D_1 , D_2 et D_3 , on calcule les valeurs numériques de x, d et a. Ce calcul a été fait pour quelques valeurs vraisemblables de la fréquence du gène Hal^s chez le LF et chez le LB et nous donnons au tableau 7 les ordres de grandeur de x, d et a pour les principaux caractères de composition corporelle. On constate que l'hypothèse d'une position intermédiaire de l'hétérozygote au locus Hal est généralement vérifiée. Par ailleurs, pour un caractère comme la teneur en tissu maigre, la différence « résiduelle » (x) entre Landrace Belge et Landrace Français est relativement peu importante, ce qui tend à montrer que l'écart entre les deux races pour ce caractère est dû pour une grande part aux différences de fréquence génique au locus de la sensibilité à l'halothane.

TABEAU 7
ORDRES DE GRANDEUR DES PARAMÈTRES x, d ET a (VOIR TEXTE)
POUR QUATRE CARACTÈRES DE COMPOSITION CORPORELLE

Caractère	x	d (1)	a
Rendement en carcasse (p. cent)	0,9 à 1,1	0,3 à 0,8	1,0 à 1,3
Longueur de carcasse (mm)	- 28 à - 32	- 4 à - 11	- 17 à - 21
Poids de longe (kg)	0,31 à 0,45	- 0,02 à 0,12	0,46 à 0,55
Teneur estimée en tissu maigre (p. cent)	1,0 à 1,6	0,8 à 1,8	2,5 à 3,2

(1) Il y a additivité stricte si $d = 0$ (hétérozygote = moyenne des homozygotes) ; il y a approximativement additivité si d est petit devant $2a$ ($2a$ est la différence entre l'homozygote sensible et l'homozygote normal).

CONCLUSION

Cette étude a apporté des confirmations et des précisions à propos d'un certain nombre de faits : différences entre races pour la fréquence du SHM, liaison étroite entre sensibilité à l'halothane et mortalité due au syndrome de stress, absence de différence notable entre sensibles et non-sensibles d'une même race pour le gain moyen quotidien, net avantage des sensibles sur les non-sensibles pour la plupart des caractères de composition corporelle. Sur ce dernier point, les données présentées ici paraissent en accord avec l'hypothèse d'un effet à peu près additif du gène de la sensibilité à l'halothane et donnent quelques indications sur le rôle de la différence de fréquence du gène Hal^s entre Landrace Belge et Landrace Français comme facteur explicatif de l'avantage de composition corporelle du premier sur le second.

BIBLIOGRAPHIE

- EIKELNBOOM G., MINKEMA D., VAN ELDIK P., 1977. The application of the halothane test. Differences in production characteristics between pigs qualified as reactors (MHS — susceptible) and non-reactors. In Proc. Third Int. Conf. Production Disease in Farm Animals, 183-187, Pudoc, Wageningen, Pays-Bas.
- FRANCESCHI P., OLLIVIER L., 1981. Z. Tierzücht. Züchtbiol., **98**, 176-186.
- MONIN G., OLLIVIER L., SELLIER P., 1976. Journées Rech. Porcine en France, **8**, 229-238.
- MONIN G., SELLIER P., OLLIVIER L., GOUTEFONGEA R., GIRARD J.P., 1981. Meat Sci., **5**, 413-423.
- OLLIVIER L., 1980. Ann. Génét. Sél. anim., **12**, 382-394.
- OLLIVIER L., SELLIER P., MONIN G., 1975. Ann. Génét. Sél. anim., **7**, 159-166.
- OLLIVIER L., SELLIER P., MONIN G., 1978. Ann. Génét. Sél. anim., **10**, 191-208.
- SELLIER P., 1979. L'Élevage Porcin, **87**, 17-21.
- WEBB A.J., CARDEN A.E., SMITH C., IMLAH P., 1982. Porcine stress syndrome in pig breeding. In 2nd World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Vol. V, 588-608, Editorial Garsi, Madrid.