

6866

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU DÉTERMINISME GÉNÉTIQUE DE LA QUALITÉ DE VIANDE PORCINE Héritabilité du Rendement Technologique NAPOLE

J. NAVEAU

S.C.A. Pen Ar Lan - B.P. n° 3 - Maxent - 35380 PLELAN-LE-GRAND

Les programmes de sélection porcine sont, depuis quinze ans, fondés sur l'amélioration des performances d'engraissement et du taux de muscle des carcasses. Les instituts de recherche s'intéressent pourtant depuis longtemps à la qualité technologique de la viande, mais ce critère n'a encore jamais été intégré dans un programme cohérent de sélection. Or, une augmentation régulière du taux de muscle peut, à partir d'un certain stade, s'accompagner d'une dégradation des caractéristiques technologiques de ce tissu.

C'est pourquoi PEN AR LAN, dès 1983, s'est attachée à la mise au point d'une méthode fiable de mesure de la qualité de viande : le Rendement Technologique NAPOLE (RTN). Un échantillon de 150 g de muscle est prélevé à l'abattage sur le jambon. Après 24 heures de refroidissement, il est coupé et saumuré ; le lendemain il est cuit puis égoutté. Le Rendement Technologique NAPOLE est le poids de viande cuite obtenu à partir de 100 g de viande crue.

Cette méthode a été mise en application, à titre expérimental, en janvier 1984, puis étendue à tous les animaux abattus à partir de juin 1984, pour orienter le choix des reproducteurs. Cette étude a permis de calculer l'héritabilité de la qualité de la viande et de proposer une hypothèse explicative des résultats observés.

MATÉRIEL ANIMAL ET CARACTÈRES CONTROLÉS

Les animaux sont nés dans l'élevage de MAXENT (Ile-et-Vilaine) pendant les deux derniers trimestres 1983 et les trois premiers trimestres 1984. Ils sont issus des lignées P66 Penshire et P77 Pen Ar Lan. Ils ont été contrôlés selon la procédure classique, c'est-à-dire que nous avons mesuré sur chacun d'eux :

- A100 cor. : l'âge à 100 kg corrigé en fonction du poids au sevrage pour éliminer une partie de l'effet maternel sur la croissance.
- DE 20-100 : la durée d'engraissement de 20 à 100 kg.
- YCEE : le taux de muscle estimé à partir des mesures ultrasons pratiquées sur l'animal vivant.

Les animaux ont été abattus aux Etablissements ABERA à Saint-Brice-en-Coglès (Ile-et-Vilaine). La période de jeûne est d'environ douze heures, et aucun animal n'a reçu de tranquillisant avant le transport. Les échantillons de muscle prélevés sur la carcasse chaude entière ont été traités selon la méthode NAPOLE. Le PH de l'échantillon a été mesuré après 24 heures de refroidissement.

TABLEAU 1
CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉCHANTILLON MESURÉ

LIGNÉE	TRIMESTRE DE NAISSANCE					TOTAL
	83-3°	83-4°	84-1°	84-2°	84-3°	
P66 PENSHIRE	37	243	279	370	318	1 247
P77 PEN AR LAN	43	193	319	331	337	1 223
TOTAL	80	436	598	701	655	2 470

MÉTHODE D'ANALYSE

L'effet du sexe a été estimé par la différence entre mâles et femelles à l'intérieur d'une portée pondérée par la moyenne harmonique des effectifs :

$$\left[\frac{(N_V \times N_T)}{(N_V + N_T)} \right]$$

Un facteur de correction a été calculé pour chaque trimestre et pour chaque race. Les performances des mâles ont été corrigées en fonction de l'effet sexe estimé. L'héritabilité a été calculée par analyse de variance avec le programme d'analyse hiérarchique établi par PIGANNEAU sur l'ordinateur de l'ACTA. Le calcul a été effectué sur les valeurs corrigées en fonction du sexe, selon deux modèles :

Le modèle 1 - Intersexe

Elevage - Année - Trimestre / Père / Mère / Individu

L'ensemble des 2 470 données ont été séparées en 10 lots homogènes correspondant à deux troupeaux et cinq trimestres.

Le modèle 2 - Intrasexe

Elevage - Année - Trimestre - Sexe / Père / Mère / Individu

Les mâles et les femelles sont considérés comme étant des populations différentes. C'est la procédure habituelle, quand on ne sait pas corriger l'effet du sexe.

Les variances et les covariances phénotypiques ont été calculées en faisant la somme $PH = (P) + (M) + (I)$ et les héritabilités en faisant le rapport $4P/PH$ des composantes paternelles (P), maternelles (M) et individuelles (I).

TABLEAU 2
STRUCTURE DE LA POPULATION ANALYSÉE

	INTER-SEXE		INTRA-SEXE	
	NOMBRE	DEGRÉ LIBERTÉ	NOMBRE	DEGRÉ LIBERTÉ
GRUPE	10	9	20	19
PÈRE	255	155	318	298
MÈRE	802	547	1 188	870
INDIVIDU	2 469	1 557	2 469	1 281
INDIVIDU/GROUPE	247		123	
PÈRE/GROUPE	26		16	
MÈRE/GROUPE	80		60	

RÉSULTATS

1 - Effet du sexe

Pour la durée d'engraissement, la différence femelle-mâle varie de 6 à 10 jours en fonction du trimestre et de la lignée. Elle est plus stable pour le pourcentage de muscle, mais varie cependant entre 1 % et 1,8 %.

FIGURE 1
DIFFÉRENCES FEMELLES-MALES PAR LIGNÉES ET PAR TRIMESTRE

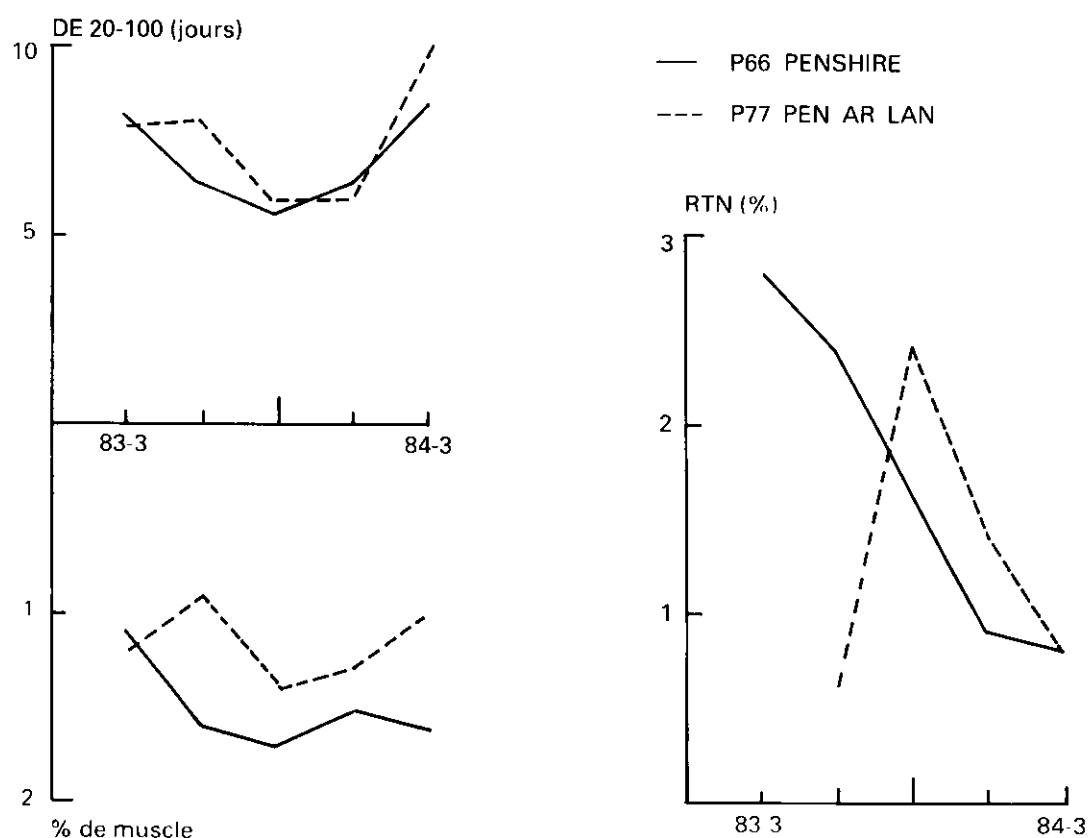


TABLEAU 3
EFFET SEXE - DIFFÉRENCE PONDÉRÉE FEMELLE/MALE

	P66 PENSQUIRE	P77 PEN AR LAN	TOUTES LIGNÉES CONFONDUES
Somme des coefficients de pondération	549,92	639,43	1 189,35
A 100 corrigé	7,02	7,39	7,22
De 20-100	6,98	7,55	7,29
% de muscle	- 1,49	- 1,17	- 1,32
Somme des coefficients de pondération	256,66	225,02	481,68
RTN	1,35	1,38	1,36
PH	0,00	0,00	0,00

L'écart entre sexe du Rendement Technologique NAPOLE varie entre 0,6 % et 3 %. Cependant, le nombre de données ayant augmenté avec le temps, cette différence est devenue plus stable au cours des deux derniers trimestres. Le récapitulatif des différences par lignée figure au tableau 3. Les différences femelles-mâles sont très proches pour les deux lignées. La croissance et le taux de muscle des mâles entiers est plus favorable, mais c'est l'inverse pour le Rendement Technologique NAPOLE, qui est plus faible de plus de 1 %. Par contre, nous n'observons pas de différence pour le PH qui est le même dans les deux sexes.

2 - Valeurs moyennes des performances

Les résultats sont corrigés pour l'effet sexe. L'avantage des mâles entiers par rapport aux femelles est éliminé. Les différences entre les deux lignées sont faibles pour le RTN et le PH. Le taux de muscle de la lignée Peshire est inférieur de 1,8 % par rapport à la lignée Pen Ar Lan.

TABLEAU 4
MOYENNES DES PERFORMANCES CORRIGÉES EN FONCTION DU SEXE

	A 100 CORRIGÉ	DE 20 à 100	% MUSCLE	RTN	PH
P66 PESHIRE	162,5	103,0	54,5	89,4	5,76
P77 PEN AR LAN	161,5	102,5	56,3	89,1	5,81
MOYENNE	162,0	102,8	55,4	89,2	5,79

3 - Estimation des composantes de la variance et hérabilité

La composante ELEVAGE-TRIMESTRE est extrêmement faible, particulièrement pour la croissance où elle représente à peine 1 % de la variance phénotypique. Elle est un peu plus élevée pour le RTN et le taux de muscle YCEE. Pour le PH, elle est égale à la variance phénotypique. La composante MATERNELLE de la variance est toujours plus élevée que la composante PATERNELLE, trois à quatre fois pour l'âge à 100 kg et la durée d'engraissement, 2,5 fois pour le RTN, mais seulement 1,4 fois pour le taux de muscle. Ce résultat est conforme aux analyses précédentes. (NAVEAU - JRP, 1984)

Dans les deux modèles d'analyses, les composantes de la variance sont très proches. Cependant, dans l'analyse Intersexe, la composante maternelle augmente légèrement par rapport à celle obtenue dans l'analyse Intrasexe. Mais pour le RTN, c'est la composante paternelle qui se trouve en fait augmentée de 11 %.

L'hérabilité de la croissance et du taux de muscle est conforme aux résultats obtenus dans des analyses précédentes et à ceux de la littérature : $h^2 = 0,26$ pour la durée d'engraissement et $h^2 = 0,60$ pour le taux de muscle. En 1984, nous avons sur les mêmes lignées trouvé respectivement 0,31 et 0,71. L'hérabilité du RTN ($h^2 = 0,36$) est intermédiaire entre celle du taux de muscle et de la durée d'engraissement, mais l'hérabilité au PH est nulle. PEASE (1965) trouvait une hérabilité du PH variant entre 0,17 et 0,55 et P. Mc GLAUGHLIN (1975) 0,35 pour le Landrace et 0,22 pour le Large-White.

Cependant, L. OLLIVIER (JRP, 1981), à partir des résultats de contrôle de la descendance, avait déjà trouvé une valeur faible ($h^2 = 0,08$) à peine significativement différente de 0. Or, nous avons utilisé le même matériel (appareil SCHOTT GERAT). Il est difficile à étalonner et n'est pas fidèle d'une séance à l'autre, surtout quand l'électrode est changée.

TABLEAU 5
COMPOSANTES DE LA VARIANCE ET HÉRITABILITÉ

	COMPOSANTES DE LA VARIANCE				Variance phénotypique intra-gr PH	Hérabilité $H^2 = \frac{4 P}{PH}$
	Groupe (E)	Père (P)	Mère (M)	Individu (I)		
ANALYSE INTERSEXE						
A 100 CORRIGÉ	0,44	7,35	21,49	61,57	90,41	0,33
DE 20-100	0,95	4,32	16,21	46,79	67,32	0,26
YCEE % MUSCLE	1,01	0,55	0,77	2,40	3,72	0,60
RTN	1,09	1,78	4,52	13,47	19,77	0,36
PH	0,05	0,00	0,02	0,02	0,05	0
ANALYSE INTRASEXE						
A 100 CORRIGÉ	0,11	6,83	24,45	59,35	90,73	0,30
DE 20-100	0,66	3,82	18,84	44,73	67,49	0,23
YCEE % MUSCLE	0,95	0,59	0,83	2,31	3,72	0,63
RTN	1,02	1,60	4,48	13,68	19,76	0,32
PH	0,05	0,00	0,02	0,02	0,05	0

La composante groupe de la variance du RTN ne représente que 5 % de la variance phénotypique (contre 100 % pour le PH). Le niveau relativement élevé de l'hérabilité du RTN permet donc d'établir un programme d'amélioration génétique de la qualité de la viande.

TABLEAU 6
CORRÉLATION ENTRE LES PERFORMANCES (ANALYSE INTERSEXE)

	1	2	3	4
1 - A 100 corrigé	-	0.9158	- 0.0538	- 0.0238
2 - De 20-100	0.9628	-	- 0.0351	- 0.0221
3 - % muscle	0.2753	0.1563	-	- 0.1419
4 - RTN	- 0.1822	- 0.1315	- 0.1679	-

- corrélation phénotypique au-dessus de la diagonale ;
- corrélation génétique au-dessous de la diagonale.

Les corrélations phénotypiques entre les performances de croissance et le taux de muscle sont très faibles (-0,05 et -0,04). Les corrélations génétiques sont un peu plus élevées et de signes contraires. Le RTN est peu lié avec les autres caractères. La corrélation génétique négative de - 0,17 observée entre le taux de muscle et le RTN peut cependant gêner un peu l'amélioration simultanée de ces deux caractères.

4 - Influence de la séance d'abattage

Pour être utilisable, une méthode de mesure doit être fidèle. Nous devons comparer des portées ou des descendance de verrats dont les individus ont été abattus et contrôlés à des moments différents. Or, la plupart des auteurs soulignent l'importance de la date et des conditions d'abattage (OLLIVIER, 1982 ; JONSSON, 1972 ; KEMPSTER, 1984).

La plupart des individus d'une portée sont abattus la semaine du contrôle, mais certains peuvent être abattus deux, trois ou même quatre semaines après leurs congénères. Le tableau 7 montre que la réintroduction des animaux abattus ultérieurement augmente la variance intraportée de 9,5 % pour le RTN et de 40,4 % pour le PH. La mesure du RTN est beaucoup plus fidèle, et peu soumise aux variations aléatoires des conditions de réalisation.

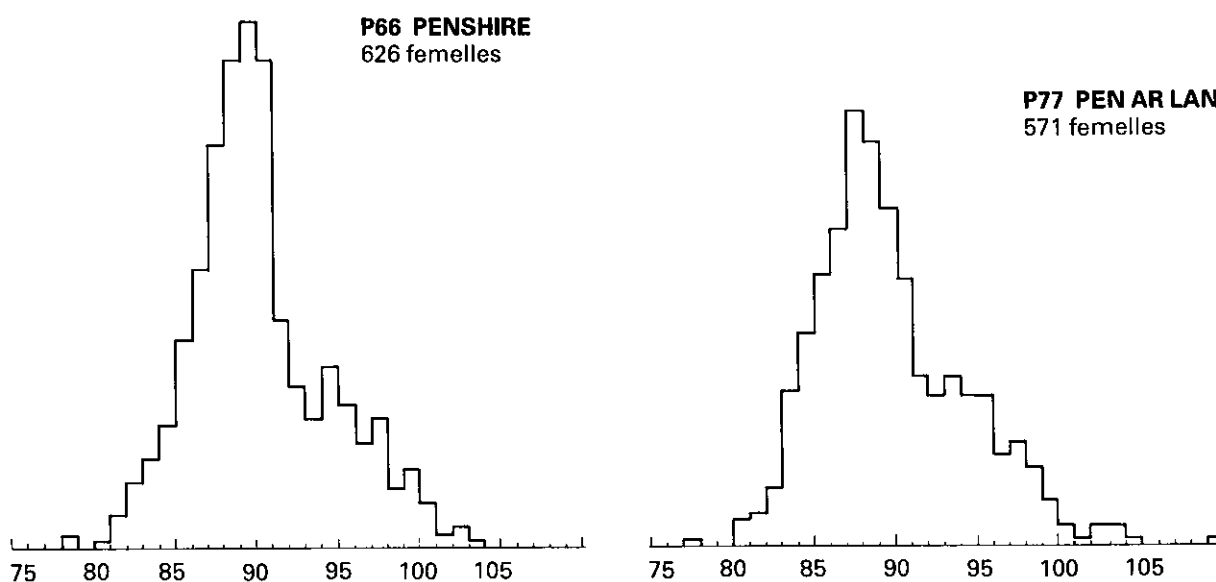
TABLEAU 7
INFLUENCE D'UN ABATTAGE UNIQUE SUR LA VARIANCE DE LA PORTÉE

	NOMBRE DE DEGRÉS LIBERTÉ	SOMMES DES CARRÉS	VARIANCE	AUGMENTATION DE LA VARIANCE
RTN				
Premier abattage	656	8 302.4523	12.6561	
Abattages successifs	1 048	14 508.9226	13.8444	+ 9,4 %
PH				
Premier abattage	656	12.8920	0.0196	
Abattages successifs	1 048	34.4722	0.0329	+ 40,4 %

HYPOTHÈSE CONCERNANT LE DÉTERMINISME GÉNÉTIQUE DE LA QUALITÉ DE LA VIANDE

L'hystogramme de fréquence du RTN n'a pas la forme classique d'une distribution normale, mais celle d'une distribution bimodale avec un premier pic vers 88 % et un second vers 95 %.

FIGURE 2
HYSTOGRAMME DE FRÉQUENCE DU RENDEMENT TECHNOLOGIQUE NAPOLE



K. LUNDSTRÖM (1975) a déjà trouvé une telle distribution bimodale de la réflectance sur le Landrace Suédois et LISTER (1971) une distribution bimodale du PH particulièrement évidente pour le Landrace Danois. Cette distribution bimodale a pu être expliquée par l'influence d'un gène majeur récessif, le gène Hal^Δ qui provoque le syndrome de l'hyperthermie maligne et détermine l'apparition des viandes PSE.

Les deux lignées sur lesquelles nous avons travaillé ne présentent pas justement les mêmes caractéristiques sur le plan de la résistance au stress.

TABLEAU 8
RÉSULTATS D'UN TEST HALOTHANE

	NOMBRE DE TESTS		% POSITIF	FRÉQUENCE GÉNIQUE %
	TOTAL	+		
P66 PENSIRE	237	1	0,42	6,5
P77 PEN AR LAN	237	17	7,17	26,8

La lignée P66 PENSIRE est presque indemne du gène Hal^{Δ} , responsable de la sensibilité au stress. L'autre lignée a 7,2 % d'animaux sensibles, soit probablement une valeur proche du Landrace, cité par LUNDSTRÖM et LISTER. Or les courbes citées par ces deux auteurs ont des formes exactement inverses de celles que nous avons trouvées. Les meilleures qualités de viande sont les plus fréquentes chez LUNDSTRÖM et LISTER, alors que c'est l'inverse dans cet essai. D'autre part, si le gène Hal^{Δ} était seul responsable du déterminisme du Rendement Technologique, les distributions des deux lignées de cette étude devraient être différentes. Or, le RTN moyen des deux lignées P77 PEN AR LAN, et les histogrammes respectifs sont semblables. L'action du gène récessif Hal^{Δ} n'apporte donc pas une explication satisfaisante de nos résultats.

Nous avons pu aussi trouver dans la population plusieurs verrats dont aucun descendant n'avait un RTN dépassant 90 %

Le verat 35 FW7 73.0250 a eu 74 descendants, issus de 17 truies différentes dont le RTN est compris entre 79 % et 89 % avec une variance de 5,29 %.

Le verat 35 FW6 62.2531 en 16 portées a eu 59 descendants dont les résultats varient entre 79 % et 104 % avec une variance de 22,09 %.

Dans l'ensemble de l'échantillon, nous avons pu détecter 15 verrats ayant eu 456 descendants avec seulement 12 ayant un RTN supérieur à 90 %. Cette situation peut s'interpréter par un gène dominant ayant pour effet de limiter le RTN à une valeur inférieure à 91 %.

Nous avons appelé ce gène dominant **RN-**,
et le gène normal **rn+**.

Un essai de mesure du RTN sur un échantillon de trois races, nous a permis d'étayer notre hypothèse.

TABLEAU 9
MESURE DU RTN SUR DES INDIVIDUS DE TROIS RACES

RACE	Nombre d'animaux mesurés	Nombre de résultats supérieurs à 90 %
LARGE-WHITE	38	38
LANDRACE	47	46
ACADIE	18	18

Ces résultats préliminaires montrent que ces trois races pourraient être indemnes de l'allèle **RN-**, et aussi que l'allèle **rn+** provoque, quand il est homozygote, un rendement technologique supérieur à 90 %. Dans cette hypothèse, le tableau de recombinaison des gènes est le suivant :

TABLEAU 10
RECOMBINAISON DES GÈNES A LA FÉCONDATION
(x étant la fréquence génique de l'allèle **rn+**)

		VERRATS		
		Homozygote (RN- RN-)	Hétérozygote (RN- rn+)	Homozygote (rn+ rn+)
TRUIES	(RN- RN-)	RN-	RN-	RN-
	(RN- rn+)	RN-	3/4 RN- 1/4 rn+	1/2 RN- 1/2 rn+
	(rn+ RN+)	RN-	1/2 RN- 1/2 rn	rn
Fréquence des individus rn+ dans les descendance		0	$\frac{x}{2}$	x

Les verrats homozygotes RN- ont tous leurs descendants avec un RTN inférieur à 91 %. Leur descendance est plus homogène que celles des autres types génétiques. La population étudiée comprenait 70 verrats, ayant eu au moins trois portées. La valeur moyenne et l'écart-type de la descendance de ces verrats est reportée sur le graphique 4. Il est facile de dégager deux zones où il n'y a aucune descendance. Quand la moyenne de la descendance est inférieure à 88 %, l'écart-type ne dépasse pas 3,5. Par contre, si elle est supérieure à 89,5 %, l'écart-type dépasse 3,5.

La variance intra-descendance pour les verrats ayant une descendance moyenne inférieure à 88 % est de 10,14. Celle des verrats dont la moyenne est supérieure à 90 % est de 23,17.

FIGURE 3
DISTRIBUTION DE LA DESCENDANCE DE DEUX VERRATS

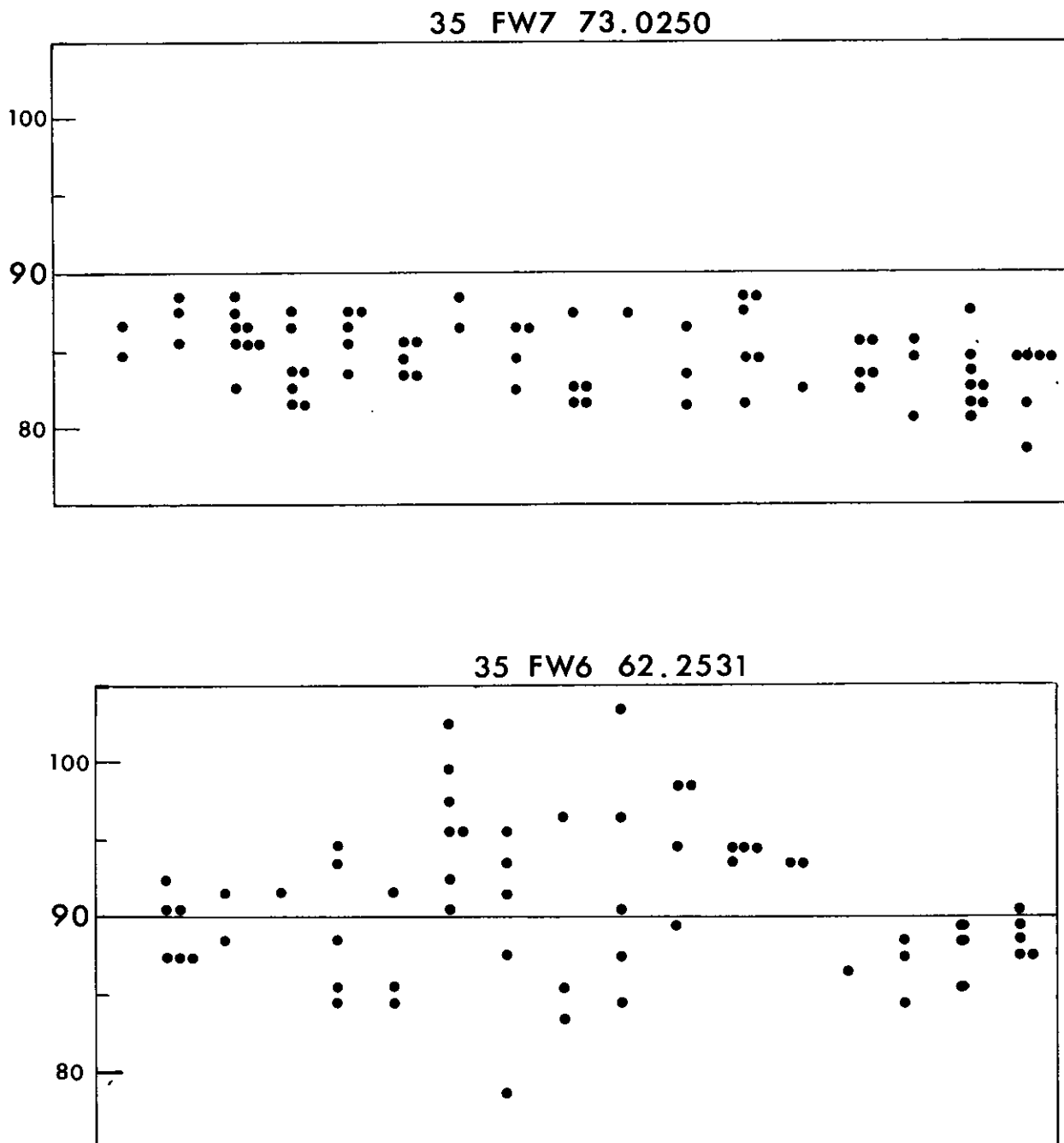
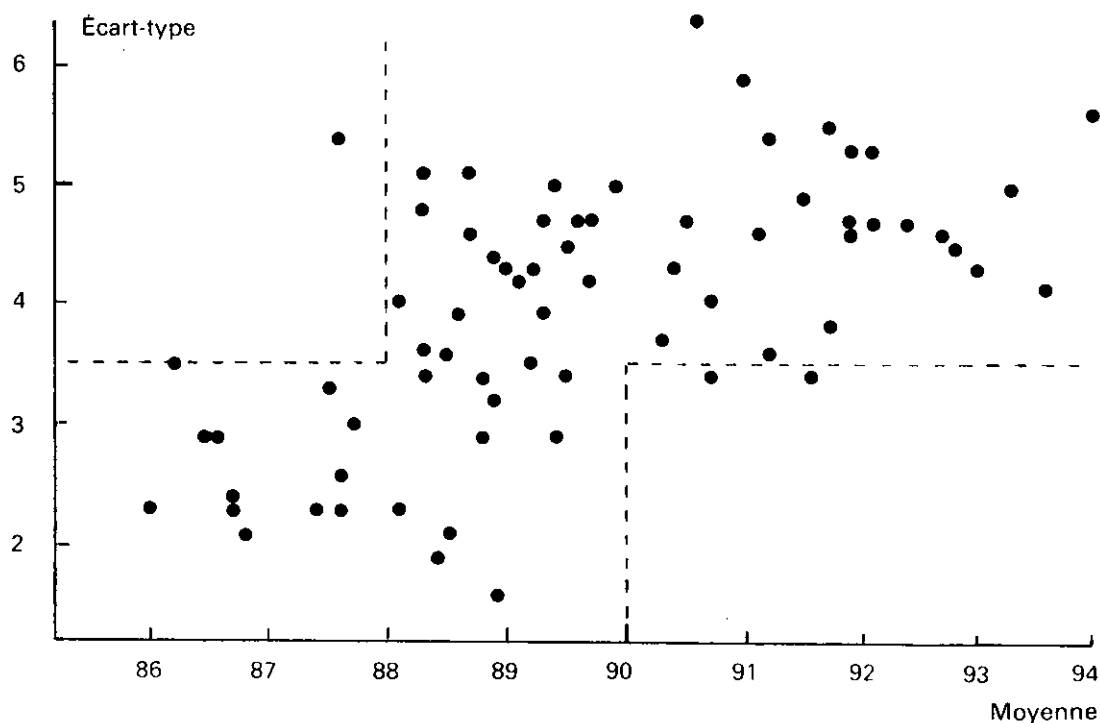


FIGURE 4
RENDEMENT TECHNOLOGIQUE NAPOLE
RELATION ENTRE LA MOYENNE ET L'ÉCART-TYPE DE LA DESCENDANCE DE 70 VERRATS



TABEAU 11
INFLUENCE DE LA MOYENNE DES DESCENDANTS SUR LA VARIANCE DE LA DESCENDANCE

	MOYENNE DE LA DESCENDANCE			ENSEMBLE DE LA POPULATION
	< 88	88 à 90	> 90	
Nombre de verrats	13	31	25	69
Nombre de descendants	451	1 234	900	2 585
Nombre de degrés de liberté	438	1 203	875	2 516
Moyenne RTN	87,0	89,0	91,7	89,6
Variance	10,14	16,06	23,17	15,98
Écart-type	3,18	4,01	4,81	4,00

Les verrats peuvent être classés en fonction du taux d'individus ayant un RTN dépassant 90 %. On distingue trois groupes :

- 1^{er} groupe : le moins nombreux, n'ayant que peu d'individus dépassant 90 %,
- 2^e groupe : dont le taux d'animaux rn+ s'étale autour de 25 %,
- 3^e groupe : autour de 50 %.

Or, la fréquence des individus rn+ (>90 %) dans la descendance d'un verrat dépend de la fréquence génique de rn+. Le calcul donne 53,7 % pour la lignée P66 PENSIRE et 52,6 % pour la lignée P77 PEN AR LAN. Les verrats ayant environ 25 % de descendants rn+, sont donc probablement hétérozygotes et ceux qui en ont 50 % sont des homozygotes rn+

FIGURE 5
POURCENTAGE D'ANIMAUX AYANT UN RTN 90 DANS LA DESCENDANCE DE 70 VERRATS

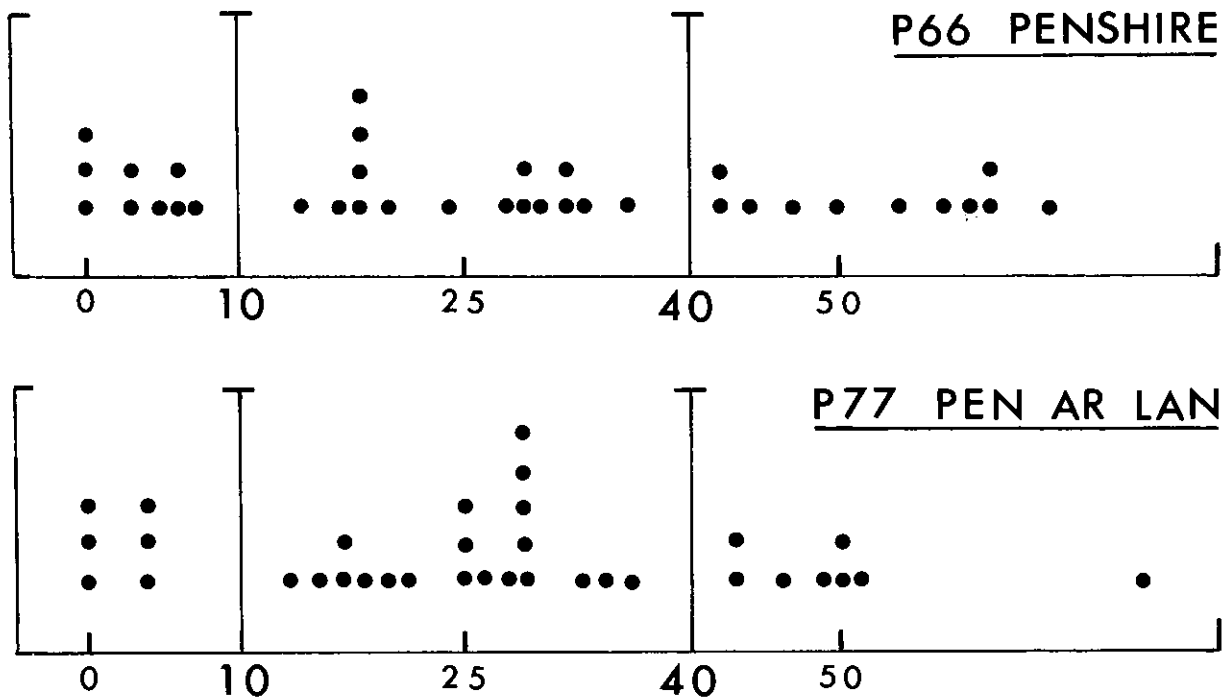


TABLEAU 12
FRÉQUENCE GÉNIQUE DE RN- ET rn+ POUR LES DEUX LIGNÉES

	Nombre animaux mesurés		% Animaux 90	Fréquence génique	
	Total	90		RN-	rn+
P66 PENSHERE					
TOTAL MESURES	1 377	397	28,83	46,31	53,69
36 VERRATS	1 329	385	28,97	46,18	53,82
P77 PEN AR LAN					
TOTAL MESURES	1 317	364	27,64	47,43	52,57
33 VERRATS	1 297	355	27,37	47,68	52,32

Le tableau 13 montre que les proportions des divers types de verrats correspondent bien à la distribution attendue de la loi de HARDY. De plus, seuls les verrats homozygotes rn+ peuvent donner naissance à des portées dont tous les descendants ont un RTN supérieur à 90 %. Nous trouvons effectivement de telles portées dans les descendance des verrats du troisième groupe, mais leur fréquence est plus faible que ne le laisse prévoir la théorie. Nous avons aussi trouvé trois verrats du deuxième groupe, qui ont eu chacun une portée de ce type.

TABLEAU 13
FRÉQUENCE DES VERRATS EN FONCTION DE LEUR TYPE GÉNÉTIQUE

GÉNOTYPE Fréquence des descendants > 90	NOMBRE	RN- RN- (0-10)	RN- rn+ (10-40)	rn+ 5N+ 40
066 PENSHIRE				
Théorique	36	8	18	10
Réel	36	9	16	11
P77 PEN AR LAN				
Théorique	34	8	17	9
Réel	34	6	20	8
TOTAL				
Théorique	70	16	35	19
Réel	70	15	36	19

DISCUSSION

G. MONIN, en 1984, montre que les animaux de race HAMPSHIRE présentent la particularité d'être résistant au stress, mais d'avoir un tissu musculaire qui atteint un PH ultime bas. Il observe, en même temps, que ces animaux présentent un potentiel glycolitique élevé : environ 67 % de plus que les témoins LARGE-WHITE. Il appelle « effet HAMPSHIRE » ce phénomène de chute lente du PH, liée à des réserves élevées de sucre. Les animaux de race HAMPSHIRE ayant justement été l'une des composantes fondatrices des deux lignées de cette étude, nous pouvons penser que l'effet HAMPSHIRE et l'effet de l'allèle RN- sont un seul et même phénomène.

Dans cette hypothèse, le déterminisme héréditaire du Rendement Technologique serait la résultante de trois effets :

1 - L'effet de l'allèle Hal^Δ récessif qui peut, sous certaines conditions de milieu (stress), entraîner une détérioration des fibres musculaires avec une chute rapide du pH après la mort de l'animal, provoquant l'apparition du syndrome PSE.

2 - L'effet de l'allèle RN- dominant dont l'action est peu influencée par les conditions d'abattage. L'action de ce gène serait en relation avec le métabolisme du sucre. L'animal RN-, qui ne présente pas de chute de PH post-mortem plus rapide que la normale, a cependant un PH ultime très bas. Nous proposons le terme de « viande acide » pour ce syndrome qui, comme l'a montré MONIN (1984), diffère sensiblement du syndrome PSE pour la couleur et l'aspect exudatif. Enfin, il faut aussi ajouter que, si l'influence de l'allèle RN- sur le Rendement Technologique est particulièrement marquée, l'aspect du produit cuit, tel que nous avons pu l'observer, semble tout à fait normal. JACQUET, travaillant sur les jambons de HAMPSHIRE, avait d'ailleurs déjà pu observer le même phénomène.

3 - Un déterminisme génétique additif dont on peut observer la manifestation dans les races indemnes des gènes Hal^Δ et RN-.

CONCLUSION

L'hypothèse du gène RN- permet d'expliquer l'apparente contradiction posée par les animaux résistant au stress, mais ayant un bas PH ultime. Il reste, cependant, à mieux étayer cette hypothèse par des essais complémentaires. Il faudra aussi, par une analyse plus minutieuse, rechercher le niveau de l'action du gène RN- dans la chaîne métabolique, tenter de le localiser dans la carte

chromosomique du porc et aussi le détecter sur les animaux vivants. Ces recherches complexes dépassent largement les moyens et la compétence d'une simple entreprise de sélection. L'élimination du gène RN- défavorable et dominant est cependant un impératif prioritaire pour le praticien. On peut, dès maintenant, concevoir un programme de sélection contre ce gène. Il faut mesurer systématiquement le RTN sur tous les animaux abattus et détecter les portées où il n'y a que des individus RN-. Il suffira alors d'éviter de choisir des reproducteurs de remplacement dans ces portées. Dans ces conditions, la fréquence de rn+ devrait augmenter rapidement dans les populations sélectionnées.

BIBLIOGRAPHIE

- Mc. GLOUGHLIN P., Mc LOUGHLIN J.V., 1975. *Livest Prod. Sci.*, **2**, 271-280.
- KEMPSTER A.J., EVANS D.G., CHADWICK J.P., 1984. *Animal Prod.*, **39**, 455-464.
- JONSSON P., JENSEN P., PEDERSEN O.K., 1972. *Anim. Génét. Sélect.*, **4** (1), 99-116.
- LISTER D., 1971. Physiological aspects of meat quality and adaptation in pigs. Congrès F.E.Z.
- LUNDSTRÖM K., 1975. *Swedish J. Agric. Res.*, **5**, 209-221.
- MONIN G., GRUAND J., LABORDE D., SELLIER P., 1984. *Journées Rech. Porcine en France*, **16**, 59-64.
- NAVEAU J., 1984. *Journées Rech. Porcine en France*, **16**, 449-456.
- OLLIVIER L., DERRIEN A., et MOLENAT M. 1981. *Journées Rech. Porcine en France*, **13**, 293-298.
- PEASE A.H.R. SMITH C., 1965. *Anim. Prod.*, **7** (2), 273-274.
- PFLEIDERER V.E., 1973. *ZUCHTUNGSKUNDE*, mai - août 1973. 215-223.
- TARRANT P.V., - GALLWEY W.J., MC GLOUGHLIN, 1974. *Ir. J. Agric. Res.*, **18**, 167-172.