

ÉTUDE DES RELATIONS ENTRE LE POTENTIEL GLYCOLYTIQUE DU MUSCLE ET LES CARACTÈRES DE PRODUCTION DANS LES LIGNÉES LACONIE ET PENSHERE

Pascale LE ROY (1), W. PRZYBYLSKI (2*), T. BURLOT (3), C. BAZIN (3), H. LAGANT (1), G. MONIN (2)

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

(2) INRA, Station de recherches sur la viande - Theix, 63122 Ceyrat

(3) Pen Ar Lan - BP 3, 35380 Maxent

Des paramètres génétiques sont estimés afin d'étudier les relations entre le potentiel glycolytique du muscle mesuré *in vivo* (PG) et le rendement technologique Napole (RTN), ainsi qu'entre le PG et des caractères de croissance (DE) et d'adiposité (ELM), dans 2 populations porcines où le gène RN est en ségrégation. L'héritabilité du PG est estimée voisine de 0,9 et la corrélation génétique RTN-PG obtenue est égale à -1. Ces résultats confirment l'hypothèse, proposée par FERNANDEZ et al. (1990), d'un effet majeur du gène RN sur le PG. Par ailleurs, les liaisons génétiques entre PG et ELM ou entre PG et DE paraissent très faibles.

Study of relations between muscular glycolytic potential and production traits in the Laconie and Penshere lines

Genetic parameters are estimated to study the relations between muscular glycolytic potential measured *in vivo* (PG) and the Napole technological yield (RTN), as between PG and growth (DE) and adiposity (ELM) traits, in 2 porcine populations where the RN gene is segregating. The heritability of PG is estimated near 0.9 and the genetic correlation RTN-PG is equal to -1. These results confirm the hypothesis, proposed by FERNANDEZ et al. (1990), of major effect of the RN gene on PG. On the other hand, the genetic link between PG and ELM or between PG and DE seems to be very small.

*Adresse actuelle : Agricultural and Pedagogical University, Chair of Pigs Breeding - B.Prusa 14 Street, 08-110 Siedlce, Pologne

INTRODUCTION

L'existence du gène RN influençant la qualité technologique de la viande de porc a été postulée dès 1986 par NAVEAU, puis confirmée par LE ROY et al. (1989). Ces résultats reposent sur l'étude du déterminisme génétique du "Rendement Technologique Napole" (RTN) (NAVEAU et al., 1985) par des méthodes d'analyse statistique dont, notamment, l'analyse de ségrégation (LE ROY, 1989). Les effets de ce gène sur les autres caractères d'intérêt économique, ainsi que la caractérisation de son effet primaire, sont encore en cours d'étude. Cependant, sur ce second point, divers résultats (FERNANDEZ et TORNBERG, 1991; WASSMUTH et GLODEK, 1992) permettent de penser que le gène RN influence le taux de glycogène musculaire chez l'animal vivant, l'allèle RN⁺ provoquant chez les animaux qui en sont porteurs un potentiel glycolytique du muscle (PG) (MONIN et SELLIER, 1985) anormalement élevé (FERNANDEZ et al., 1990).

Dans une population, la ségrégation des allèles en un locus à effet majeur, comme en tout gène à effet quantitatif, affecte les estimations des paramètres génétiques qui peuvent être réalisées. Ainsi, l'obtention d'une valeur d'héritabilité forte est-elle souvent associée à l'existence d'un gène à effet majeur sur le caractère étudié (LE ROY et ELSEN, 1991). De même, des corrélations génétiques estimées voisines de +1 ou de -1 peuvent révéler que le gène agit sur les 2 caractères considérés. L'explication statistique de ces observations est que, si 2 allèles sont en ségrégation en un locus majeur, il existe 2 (ou 3 selon la situation de dominance) groupes d'animaux, correspondant aux 2 phénotypes possibles, dont les performances moyennes sont très différentes. Dans ce cas, l'évaluation des paramètres génétiques réalisée sur la population totale fournit des estimations artificiellement augmentées du fait de l'écart entre groupes, les paramètres intra-groupe prenant quant à eux des valeurs "classiques".

L'objet de cette étude est de progresser dans la connaissance des effets du gène RN, et notamment de vérifier l'hypothèse avancée par FERNANDEZ et al. (1990) quant à l'effet de ce gène sur le PG. Suivant la démarche exposée ci-dessus, des paramètres génétiques sont estimés, par une méthode REML modèle animal multi-caractères (HENDERSON, 1988), afin de juger des liaisons entre le PG et le RTN, mais aussi entre le PG et les caractères de croissance et d'adiposité, à partir de données concernant des populations dans lesquelles le gène RN est en ségrégation.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Animaux utilisés et caractères analysés

Les animaux considérés dans cette étude sont nés et ont été élevés dans l'élevage Pen Ar Lan de Maxent (Ille et Vilaine) et sont issus des 2 lignées synthétiques Laconie (P77) et Penshire (P66) créées par cette firme. La lignée Laconie, sélectionnée depuis 1973, a été constituée à partir des 3 Races Hampshire, Piétrain et Large White en proportions égales. La lignée Penshire, sélectionnée depuis 1977, a été constituée à partir des 3 races Hampshire (50%), Duroc (35%) et Large White (15%).

Ces 2 lignées sont conduites en parallèle à Maxent, suivant le même schéma, la sélection pratiquée reposant sur un

contrôle individuel de croissance et d'adiposité entre 20 et 100 kg de poids vif à l'issue duquel les 3/4 des animaux sont abattus. En ce qui concerne la qualité technologique de la viande, de 1983 à 1990, le critère de sélection utilisé était le Rendement Technologique Napole (RTN) (NAVEAU et al., 1985). La valeur génétique des animaux retenus lors du contrôle individuel était alors estimée à partir des performances de leurs frères et demi frères de père abattus et mesurés. Depuis 1990, la mesure du potentiel glycolytique musculaire (PG) (MONIN et SELLIER, 1985), à partir d'un prélèvement par biopsie (TALMANT et al., 1989), a permis la mise en place d'un contrôle individuel plus précis et plus efficace que le contrôle sur collatéraux.

Les variables auxquelles nous nous sommes intéressés sont :

- PG : le potentiel glycolytique du muscle estimé à partir d'un prélèvement par biopsie dans le muscle *longissimus dorsi* (en $\mu\text{mol/g}$ de muscle frais)
- ELM : l'épaisseur de lard moyenne (Rein-Dos-Epaule) mesurée aux ultrasons sur l'animal vivant (en mm)
- DE : la durée d'engraissement de 20 à 100 kg estimée selon l'équation de NAVEAU et FLEHO (1980) (en jours)
- RTN : le rendement technologique Napole (en %)

Nous disposons d'un échantillon composé de 997 Laconie et 604 Penshire, nés entre juin 1989 et Février 1993, et ayant une mesure de PG, les familles de père considérées (respectivement 37 et 28 en lignées Laconie et Penshire) étant d'effectif supérieur ou égal à 8 descendants mesurés. Pour appréhender les liaisons entre le PG et les 3 autres caractères, nous avons considéré les performances des fratries dont les animaux mesurés étaient issus. Ainsi, 2 types d'échantillons ont été constitués : des familles de pleins frères, pour ELM et DE qui sont des caractères mesurés sur tous les individus engraisés (échantillons I); des familles de demi frères de père, pour le RTN qui a été mesuré jusqu'en 1991 sur des animaux abattus (échantillons II). Les effectifs analysés dans l'un et l'autre cas sont rapportés au tableau 1.

Le REML modèle animal utilisé ici pour l'estimation des paramètres génétiques est une méthode qui prend en compte toute l'information disponible quant à la généalogie des animaux mesurés. En ce qui concerne les lignées étudiées, cette information est enregistrée depuis leur création, soit 20 et 16 ans. Toutefois, pour des raisons de temps de calcul, l'ascendance des animaux a été prise en compte sur 4 générations seulement (individus mesurés, parents, grands parents et arrière grands parents) (tableau 1).

1.2. Modèles

Le modèle d'analyse utilisé prend en compte les effets fixés du sexe et de la bande de contrôle (ELM et DE) ou de la série de mesures (série d'abattage pour RTN et de biopsies pour PG), les effets aléatoires de la portée de naissance et de la valeur génétique additive de l'animal, la covariable poids au contrôle pour la variable ELM.

1.3. Algorithme

La procédure REML multi-caractères décrite par GROENEVELD

Tableau 1 - Structure des échantillons de type I et II : nombres d'animaux mesurés pour chacun des caractères et effectif présent dans les fichiers généalogiques

Lignée	Laconie		Penshire	
Échantillon	I	II	I	II
Animaux mesurés				
PG	997	997	604	604
ELM	5099		3351	
DE	5099		3351	
RTN		949		729
Total	5099	1935	3351	1333
Animaux dans le pedigree				
Total	5650	2594	3791	1887

et KOVAC (1990) a été mise en oeuvre pour estimer les composantes de variance et de covariance des 3 effets aléatoires du modèle. Les calculs ont été effectués pour les couples de caractères PG-ELM, PG-DE et ELM-DE sur les échantillons I et pour le couple PG-RTN sur les échantillons II. Il faut noter que, du fait du décalage dans le temps (voir 1.1.), aucun animal ne possède les 2 mesures RTN et PG (à l'exception de 11 porcs Laconie) et par suite seule une covariance génétique peut être estimée pour ce couple de variables.

Les 8 analyses, 4 dans chaque lignée, ont été réalisées en employant un algorithme d'optimisation de la vraisemblance de l'échantillon par recherche directe du type "Downhill Simplex".

2. RÉSULTATS

Les paramètres génétiques estimés sont donnés aux ta-

bleaux 2 pour la lignée Laconie et 3 pour la lignée Penshire. Les valeurs obtenues indépendamment dans l'une et l'autre des 2 lignées suivent les mêmes tendances.

La valeur d'héritabilité de 0,9 obtenue pour le PG est extrêmement forte, l'héritabilité des caractères de qualité technologique de la viande étant en général comprise entre 0,15 et 0,25 (SELLIER, 1988). De plus la corrélation génétique PG-RTN est estimée égale à -1. Ces résultats confortent donc l'hypothèse avancée par FERNANDEZ et al. (1990) quant à l'effet du gène RN sur le taux de glycogène musculaire.

Par ailleurs, les valeurs obtenues pour le triplet (PG, ELM, DE) confirment les tendances observées dans les études précédentes qui portaient sur les relations RTN-ELM-DE (NAVEAU, 1986; LE ROY et al., 1989 et 1990). Toutefois, la corrélation génétique positive trouvée entre ELM et RTN n'est pas confirmée, la corrélation génétique faiblement négative estimée ici entre PG et ELM étant plus conforme aux données de la littérature (OLLIVIER et SELLIER, 1985).

Tableau 2 - Estimation des héritabilités (sur la diagonale), et des corrélations phénotypiques (au-dessus de la diagonale) et génétiques (au-dessous de la diagonale) dans la lignée Laconie

Caractères	PG	ELM	DE	RTN
PG	0,86	-0,07	+0,03	
ELM	-0,10	0,62	-0,13	
DE	-0,03	-0,18	0,28	
RTN	-1,00			0,42

Tableau 3 - Estimation des héritabilités (sur la diagonale), et des corrélations phénotypiques (au-dessus de la diagonale) et génétiques (au-dessous de la diagonale) dans la lignée Penshire

Caractères	PG	ELM	DE	RTN
PG	0,90	-0,11	+0,00	
ELM	-0,10	0,32	-0,19	
DE	-0,01	-0,38	0,15	
RTN	-1,00			0,78

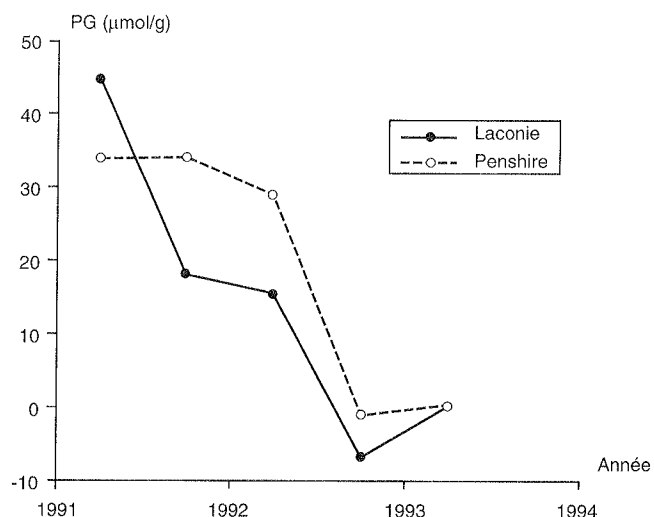
DISCUSSION ET CONCLUSION

La méthode statistique employée ici pour étudier l'effet du gène RN sur le PG n'est pas la mieux adaptée. Cependant, les estimations des paramètres génétiques obtenues laissent peu de doute quant au bien fondé de l'hypothèse, formulée par FERNANDEZ et al. (1990), d'un effet majeur du gène RN sur le potentiel glycolytique musculaire. Par ailleurs, il est intéressant de souligner la "quasi indépendance" génétique entre le PG et les 2 caractères ELM et DE. Ce résultat vient s'ajouter aux observations faites par LE ROY et al. (1990), quant à l'absence d'une coségrégation systématique de l'allèle RN⁻, défavorable sur la qualité de la viande, et de l'allèle putatif MU⁺, favorable sur le taux de muscle.

L'étude du déterminisme génétique du RTN réalisée par LE ROY et al. (1990) concernait des animaux, issus des 2 lignées Laconie et Penshire, nés entre Juillet 1983 et Mars 1986. Sur cet échantillon, la fréquence de l'allèle RN⁻ avait été estimée proche de 0,6 et ce dans chacune des 2 lignées. Par la suite, la prise en compte de l'existence du gène majeur RN dans la méthode de sélection sur le RTN a sans doute permis de diminuer très rapidement cette fréquence, la dominance totale de l'allèle RN⁻ étant un élément très favorable. À partir de 1990, la réponse directe à la sélection individuelle sur le potentiel glycolytique du muscle a été très forte comme le montre la figure 1. Au vu des conclusions précédentes quant à l'effet du gène RN sur le PG, il est probable que cette évolution en paliers, très marquée dans la lignée Penshire, est la conséquence d'une diminution de la fréquence de l'allèle RN⁻ menant vers la fixation du gène à un état homozygote rn⁺/rn⁺.

Comme nous l'avons précisé plus haut, l'étude préliminaire présentée ici doit être complétée par la mise en oeuvre d'une méthode mieux adaptée au problème posé. Ainsi, une ana-

Figure 1 - Évolution des performances moyennes en PG au cours du temps dans les lignées Laconie et Penshire (variable corrigée pour les effets fixés du sexe et de la série de biopsies)



lyse de ségrégation conjointe des 2 caractères PG et RTN est souhaitable. Le modèle posé prévoirait l'existence de 2 gènes majeurs, l'un agissant sur le RTN et l'autre sur le PG, l'estimation du taux de recombinaison entre ces 2 loci permettant de confirmer ou non nos présentes conclusions. Par ailleurs, l'analyse de ségrégation fournirait des informations plus précises quant à l'effet du gène majeur sur le PG, notamment au travers de l'estimation de l'écart entre les moyennes caractérisant les génotypes extrêmes et du degré de dominance.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- FERNANDEZ X., TORNBERG E., 1991. *Journal of Muscle Foods*, 2, 209-235.
- FERNANDEZ X., NAVEAU J., TALMANT A., MONIN G., 1990. *Journées Rech. Porcine en France*, 22, 97-100.
- GROENEVELD E., KOVAC M., 1990. *J. Dairy Sci.*, 73, 2221-2229.
- HENDERSON C.R., 1988. *J. Dairy Sci.*, 71 (Suppl. 2), 1-16.
- LE ROY P., 1989. *Méthodes de détection de gènes majeurs. Application aux animaux domestiques*. Thèse de l'Université Paris XI, Orsay, 229pp.
- LE ROY P., ELSSEN J.M., 1991. 2nd International Workshop on Major Genes for Reproduction in Sheep, Toulouse, 16-18 juillet 1990, *Les Colloques n°57*, 431-440, INRA Ed., Paris.
- LE ROY P., ELSSEN J.M., NAVEAU J., 1990. *Journées Rech. Porcine en France*, 22, 11-16.
- LE ROY P., NAVEAU J., ELSSEN J.M., SELLIER P., 1990. *Genet. Res., Camb.*, 55, 33-40.
- MONIN G., SELLIER P., 1985. *Meat Science*, 13, 49-63.
- NAVEAU J., 1986. *Journées Rech. Porcine en France*, 18, 265-276.
- NAVEAU J., FLÉHO J.Y., 1980. 31ème réunion annuelle de la FEZ, Munich, 1-4 septembre 1980, communication n°P.5/6.2.
- NAVEAU J., POMMERET P., LECHAUX P., 1985. *Techni-porc*, 8 (6), 7-13.
- OLLIVIER L., SELLIER P., 1985. *La génétique du porc. Mise au point*. ITP, Paris, 70pp.
- SELLIER P., 1988. *Journées Rech. Porcine en France*, 20, 227-242.
- TALMANT A., FERNANDEZ X., SELLIER P., MONIN G., 1989. 35ème Congrès Int. Rech. Viande, 20-25 août, Copenhagen, Danemark.
- WASSMUTH R., GLODEK P., 1992. 43ème réunion annuelle de la FEZ, Madrid, 13-17 septembre 1992, communication n°P2b.2.