

G8406

EFFICACITÉ THÉORIQUE DE LA SÉLECTION SUR LA PROLIFICITÉ CHEZ LE PORC.

Possibilités de modifier l'indice actuel

G. BOLET (1), M. TARTAR (1)*, D. LALOE (2), C. FELGINES (1)

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

(2) U.P.R.A. Porcine - 95 bis, boulevard Pereire - 75017 PARIS.

Depuis 1971, le programme national de Gestion technique des troupeaux de truies met à la disposition des éleveurs inscrits à l'U.P.R.A. un indice permettant, au sein du troupeau, de sélectionner les truies sur leur prolificité (LEGAULT *et al.*, 1971). Il est basé sur le principe de la sélection individuelle pour un seul caractère, le nombre de porcelets nés vivants dans la portée, répété n fois dans la vie de la truie ; les auteurs proposent de l'utiliser pour éliminer la moitié des jeunes femelles, au sevrage, sur l'indice de prolificité de leur mère. A travers ces modalités apparaissent deux hypothèses : les portées successives sont envisagées comme des répétitions d'un même caractère ; la sélection sur la prolificité et sur les performances de croissance sont considérées comme indépendantes. Un certain nombre de travaux récents nous amènent à discuter la validité de ces hypothèses ; nous examinerons donc successivement l'efficacité théorique de cet indice, puis dans quelle mesure la remise en cause de ces hypothèses la modifie.

EFFICACITÉ THÉORIQUE DE L'INDICE DE SÉLECTION SUR LA PROLIFICITÉ

L'indice proposé aux éleveurs est de la forme suivante :

$$I = \bar{X} + \frac{nh^2}{1 + (n-1)r} (\bar{X}'_A - \bar{X}'_C)$$

- où \bar{X} est la moyenne générale
 n le nombre de portées de la truie
 h^2 l'héritabilité de la taille de portée à la naissance
 r la répétabilité de la taille de portée à la naissance
 \bar{X}'_A la production moyenne des n portées de la truie, corrigées pour le numéro de portée jusqu'en 1980, et maintenant pour son âge.
 \bar{X}'_C la moyenne, également corrigée, des contemporaines du troupeau.

(*) Stagiaire D.E.A. de la Faculté des Sciences de PARIS-ORSAY.

L'efficacité de la sélection, c'est-à-dire l'espérance de progrès génétique par an, dépend de l'intensité de sélection i , de l'intervalle de génération t , de l'écart-type génétique du caractère σ_G , et de R_{IG} , coefficient de corrélation entre l'indice et l'objectif de sélection :

$$E(\Delta_G) = i R_{IG} \sigma_G / t$$

Dans le cas qui nous intéresse :

$$R_{IG}^2 = \frac{nh^2}{1+(n-1)r}$$

si bien que $E(\Delta_G) = \frac{i}{t} h^2 \sqrt{\frac{n}{1+(n-1)r}} \sigma_P$

où σ_P est l'écart-type phénotypique du caractère ($\sigma_G^2 = h^2 \sigma_P^2$)

La prolificité est un caractère dont l'héritabilité et la répétabilité sont faibles, respectivement de l'ordre de 0,10 et de 0,15 ; par contre, la variabilité du caractère est élevée, de l'ordre de 30 p.cent ($\sigma_P \approx 2,7$). Le tableau 1 présente les résultats que l'on peut théoriquement attendre de la sélection. Ainsi, en éliminant 50 p.cent des femelles sur la prolificité de leur mère, ($i \approx \frac{1}{4} \times 0,8$) avec un intervalle de génération de 2 ans, ce qui permet de prendre en compte 3 portées : $E(\Delta_G) = \frac{1}{2} \times \frac{0,8}{4} \times 0,41 = 0,04$ porcelet/an. Par contre, en réduisant l'intervalle de génération à 1 an, avec $n = 2$, et une intensité de sélection élevée sur les mâles et les femelles, comme dans l'expérience décrite par OLLIVIER et BOLET (1981) ($i \approx 0,7$), le progrès génétique théorique atteint 0,25 porcelet par an.

TABLEAU 1
PRÉCISION ET EFFICACITÉ DE L'INDICE DE PROLIFICITÉ ACTUEL, EN FONCTION DU NOMBRE DE PORTÉES CONSIDÉRÉES

N	R_{IG}	$E(\Delta_G)/(i/t)$
1	0,32	0,27
2	0,42	0,36
3	0,48	0,41
4	0,53	0,45
5	0,56	0,48

n : nombre de portées prises en compte dans l'indice
 R_{IG} : coefficient de corrélation entre l'indice et l'objectif
 $E(\Delta_G)$: espérance de progrès génétique par unité de i/t
 i : intensité de sélection
 t : intervalle de génération

PRISE EN COMPTE DE LA CORRÉLATION GÉNÉTIQUE ENTRE PORTÉES SUCCESSIVES

L'élaboration de l'indice de sélection présenté ci-dessus, et les calculs théoriques du tableau 1, sont basés sur l'hypothèse que les portées successives d'une truie sont l'expression d'un même caractère génétique, en d'autres termes que la corrélation génétique entre portées est égale à 1. Or, un certain nombre de résultats récents nous amènent à remettre en cause cette hypothèse (tableau 2).

TABLEAU 2
CORRÉLATIONS GÉNÉTIQUES ET PHÉNOTYPIQUES ENTRE TAILLES DE PORTÉES SUCCESSIVES

PORTÉES	r_G			r_P	
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)
1 - 2	0,72 (0,12)	0,47	[1,03] (0,08)	0,12	0,12
2 - 3	[2,38]	[1,21]	0,90 (0,23)	0,17	0,20
3 - 4	[1,99]	-	0,70 (0,10)	0,19	-
1 - 3	0,48 (0,41)	0,80	[1,01] (0,14)	0,09	0,16
2 - 4	0,58 (0,21)	-	0,84 (0,30)	0,14	-
1 - 4	0,06 (0,25)	-	0,99 (0,19)	0,08	-

r_G : corrélation génétique - entre parenthèses écart-type
 r_P : corrélation phénotypique (= répétabilité)
 (1) : BOLET et FELGINES (1981) Nés totaux - Large White
 (2) : JOHANSSON et KENNEDY (1982) Nés totaux - Large White
 (3) : VIDOVIC (1982) Nés vivants - Landrace et Large White

Les valeurs obtenues sont très variables, mais une tendance générale se dégage vers des corrélations inférieures à 1. Dans ces conditions, la sélection sur la prolificité doit être envisagée comme une sélection sur plusieurs caractères, les portées successives, et il y a lieu d'élaborer un indice selon la théorie de HAZEL (1943), qui maximise la corrélation entre l'indice et l'objectif de sélection. Il est alors intéressant de comparer l'efficacité de l'indice actuel basé sur la moyenne des portées successives (I_m), et de cet indice « optimum » (I_o) dont les coefficients prennent en compte, entre autres, les corrélations génétiques entre portées successives. Cette comparaison doit évidemment se faire pour un objectif de sélection constant ; TARTAR et BOLET (1983) ont étudié ce problème pour une gamme d'héritabilités et de corrélations génétiques variées. Nous en extrayons ici le cas de la taille de portée chez le porc avec quatre gammes de corrélations génétiques : toutes nulles (cas A), faibles (de 0,1 à 0,4 ; cas B), fortes (de 0,5 à 0,8 ; cas C), toutes égales à 1 (hypothèse classique ; cas D) ; le nombre de portées prises en compte dans l'indice varie de 1 à 5 ; l'objectif de sélection est la valeur génétique pour cinq portées, pondérées par leur fréquence relative dans la population porcine française :

$$H = G_1 + 0,79 G_2 + 0,63 G_3 + 0,45 G_4 + 0,32 G_5$$

TABLEAU 3
COMPARAISON DE LA PRÉCISION DE L'INDICE ACTUEL (R_M)
ET DE L'INDICE OPTIMUM (R_O) EN FONCTION DES CORRÉLATIONS GÉNÉTIQUES ENTRE PORTÉES
(d'après Tartar et Bolet, 1983)

Nombre de portées dans l'indice		Cas A	Cas B	Cas C	Cas D
		R_M	0,199	0,223	0,274
1	R_O	0,199	0,223	0,274	0,316
	R_M	0,250	0,319	0,380	0,413
2	R_O	0,252	0,319	0,380	0,413
	R_M	0,270	0,372	0,443	0,473
3	R_O	0,276	0,372	0,443	0,473
	R_M	0,270	0,398	0,481	0,515
4	R_O	0,283	0,399	0,481	0,515
	R_M	0,262	0,403	0,500	0,545
5	R_O	0,285	0,410	0,502	0,545

(signification de A, B, C et D dans le texte)

Le tableau 3 montre que la précision des deux indices est, à hypothèses génétiques identiques, pratiquement équivalente, la supériorité de l'indice « optimum » n'étant au maximum que

de 8 p.cent dans le cas A, 2 p.cent dans le cas B et 0,4 p.cent dans le cas C. On peut donc considérer que l'indice « moyen » classique est aussi efficace que l'indice « optimum » et peut donc continuer à être utilisé, quelles que soient les vraies valeurs des corrélations génétiques. Il faut toutefois retenir de cette approche du problème l'intérêt de la formulation d'un objectif de sélection, qui permet de pondérer chaque numéro de portée. Cette pondération se retrouve au niveau des coefficients de l'indice « optimum » qui varient suivant le numéro de portée, et ce d'autant plus que les corrélations génétiques sont faibles (tableau 4).

TABEAU 4
COEFFICIENTS DE L'INDICE DE SÉLECTION « OPTIMUM » EN FONCTION DES CORRÉLATIONS GÉNÉTIQUES
(d'après Tartar et Bolet, 1983)

Nombre de portées dans l'indice	cas	Coefficients de				
		P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
2	A	1	0,8			
	B	1	0,8	0,6		
	C	1	0,8	0,6	0,4	
	D	1	0,8	0,6	0,3	0,2
3	A	1	1,1			
	B	1	1,1	1		
	C	1	1,1	1	0,8	
	D	1	1,1	1	0,8	0,5
4	A	1	1,1			
	B	1	1,1	1,1		
	C	1	1,1	1	1	
	D	1	1	1	0,9	0,8
5	A	1	0,9			
	B	1	0,9	0,9		
	C	1	0,9	0,9	0,9	
	D	1	0,9	0,9	0,9	0,9

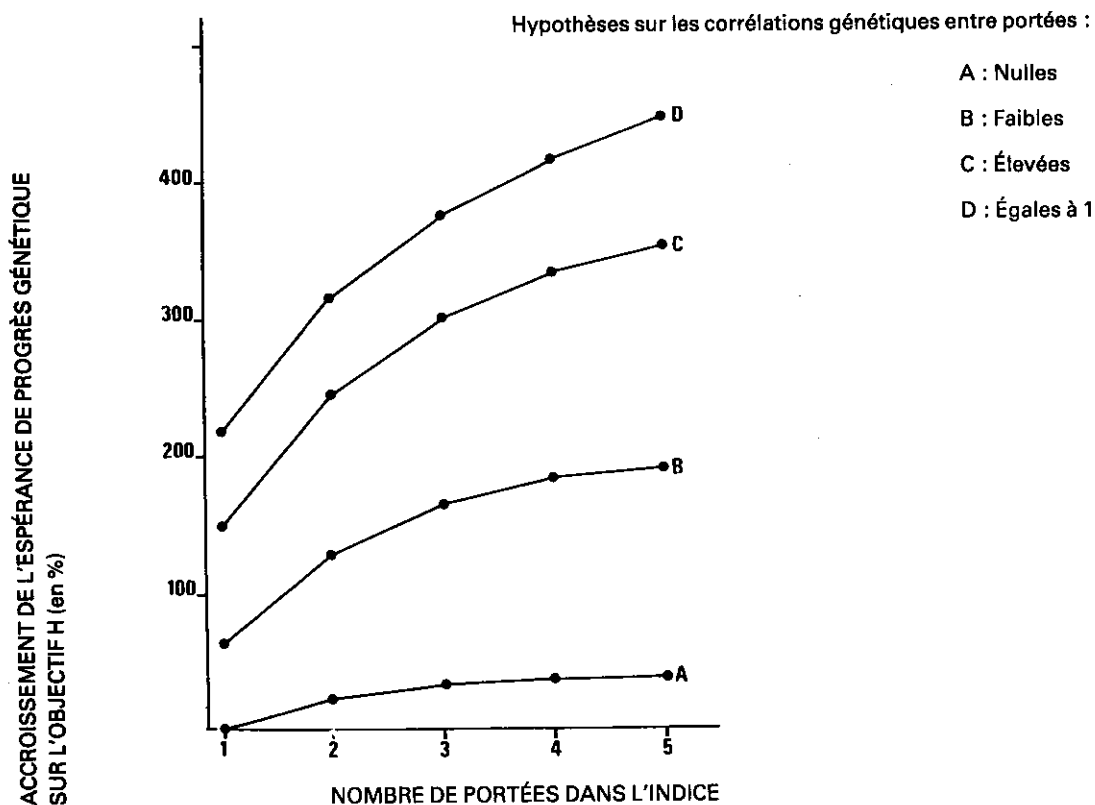
Une autre conclusion très importante apparaît : la précision et l'efficacité de l'indice varient fortement avec les corrélations génétiques. En supposant qu'il y a identité génétique, c'est-à-dire qu'elles sont égales à 1 (cas D), on surestime l'efficacité de la sélection. La figure 1 montre que cette surestimation est d'autant plus élevée que le nombre de portées dans l'indice augmente. Ceci signifie que, en sélectionnant des truies sur les résultats de plusieurs portées, on risque de surestimer d'autant plus leur supériorité génétique.

PRISE EN COMPTE DES CORRÉLATIONS GÉNÉTIQUES ENTRE PROLIFICITÉ ET PERFORMANCES DE CROISSANCE

Une étude de LEGAULT (1971) ne mettait pas en évidence de liaisons génétiques significatives entre prolificité et performances de croissance. Dans une revue bibliographique récente, STEANE (1981) arrive à la même conclusion. Nous avons toutefois décidé de réétudier ce problème à partir des données des troupeaux de sélection des races Large White et Landrace Français, en utilisant les données accumulées depuis 1969 d'une part pour les performances de croissance dans les stations de contrôle individuel des jeunes verrats, d'autre part pour la prolificité avec le programme national de gestion technique des troupeaux de truies. Les corrélations génétiques sont calculées à partir des régressions des performances des descendants sur celles de leur parent contrôlé. Dans le tableau 5 sont rassemblés les principaux résultats obtenus par LALOE (1983) à partir des régressions « père-fille ». Au-delà des valeurs chiffrées de ces corrélations, qui ne doivent être prises qu'à titre indicatif et demandent à être confirmées à partir d'autres relations (« mère-fils » et « frère-sœur »), des tendances apparaissent. Pour la plupart, ces corrélations varient fortement suivant la race et le numéro de portée des truies ; elles ne sont significativement différentes de zéro que dans deux cas :

FIGURE 1

ACCROISSEMENT DE L'ESPÉRANCE DU PROGRÈS GÉNÉTIQUE SUR L'OBJECTIF DE SÉLECTION H (5 PORTÉES) POUR $i=1$, EN FONCTION DU NOMBRE DE PORTÉES DANS L'INDICE DE SÉLECTION ET DES CORRÉLATIONS GÉNÉTIQUES ENTRE TAILLES DE PORTÉES SUCCESSIVES (d'après Tartar et Bolet, 1983).



- la corrélation génétique entre vitesse de croissance et prolificité en première portée est significativement positive, donc favorable, en race Large White.
- la corrélation génétique entre épaisseur de lard et prolificité, quel que soit le numéro de portée, est significativement positive, donc défavorable en race Large White.

TABLEAU 5

CORRÉLATIONS GÉNÉTIQUES ENTRE PERFORMANCES DE CROISSANCE ET PROLIFICITÉ (d'après Laloe, 1983)

		1 ^{re} portées			Ensemble de portées connues		
		Nés totaux	Nés vivants	Sevrés	Nés totaux	Nés vivants	Sevrés
G.M.Q.	L.W.	+ 0.29*	+ 0.33*	+ 0.25	- 0.02	- 0.02	- 0.03
	L.F.	+ 0.36	+ 0.30	+ 0.48	+ 0.29	+ 0.19	+ 0.31
I.C.	L.W.	- 0.33	- 0.39	- 0.33	- 0.09	- 0.10	- 0.02
	L.F.	- 0.46	- 0.34	- 0.31	- 0.41	- 0.27	- 0.44
Epaisseur de lard dorsal	L.W.	+ 0.40*	+ 0.45*	+ 0.43*	+ 0.34*	+ 0.39*	+ 0.41*
	L.F.	- 0.12	+ 0.11	+ 0.28	- 0.09	+ 0.02	+ 0.18

* P < 0.05
G.M.Q. : gain moyen quotidien
I.C. : indice de consommation

L.W. : Large White
L.F. : Landrace Français

Si ces estimations sont confirmées dans la suite de notre étude, elles pourront conduire à combiner la sélection pour les deux groupes de caractères, croissance et engraissement d'une part, prolificité d'autre part. En effet, la production porcine se fait de plus en plus à partir d'animaux croisés, issus de lignées ou de races spécialisées ; or SMITH (1964) a montré que, dans ce cas, la sélection de la lignée mâle peut ne pas prendre en compte la prolificité, mais celle de la lignée femelle doit inclure les deux groupes de caractères, notamment s'il existe une liaison défavorable entre eux. On peut donc envisager, dans un avenir plus ou moins proche, une méthode de sélection des races à vocation de lignées maternelles, comme le Large White, basée sur un indice combinant les performances de croissance et d'engraissement des verrats et la prolificité de leur mère, pondérées par des coefficients économiques qui demandent à être précisés.

CONCLUSION

Les deux problèmes que nous avons étudiés dans cet article ne sont abordés que sous l'angle de l'efficacité théorique de la sélection sur la prolificité. Il est certain que, dans la majorité des élevages, la sélection porte actuellement davantage sur les performances de croissance que sur la prolificité, aussi les implications de ces deux problèmes sont-elles d'importance inégale :

- La remise en cause de l'hypothèse d'identité génétique entre portées successives pourra nous conduire à proposer un nouvel indice de sélection, individuelle ou combinée, sur la prolificité, établi en fonction d'un objectif dont les pondérations économiques sont encore à affiner. Il faut toutefois rappeler que nous avons montré que l'indice actuellement proposé est pratiquement aussi efficace pour l'objectif global, mais que sa précision et son efficacité sont certainement surestimées.
- L'existence de corrélations génétiques entre croissance et prolificité, et notamment de liaisons défavorables entre épaisseur de lard et prolificité, demande, si elle est confirmée, une révision des politiques de sélection. Cette liaison peut nous amener à penser que la sélection actuellement pratiquée contre l'adiposité pourrait être en partie responsable de la stagnation de la taille de portée, face à une sélection sur la prolificité peu importante. En tout cas, elle ne peut que renforcer la nécessité de réaliser une sélection intense des porcs pour les performances de reproduction, au besoin en utilisant un indice de sélection combiné pour le contrôle individuel des verrats de certaines races.

BIBLIOGRAPHIE

- BOLET G., FELGINES C., 1981. Héritabilité de la prolificité, corrélations phénotypiques et génétiques entre les quatre premières portées chez des truies de race Large White. 32^e Congrès de la Fédération Européenne de Zootechnie, Zagreb, 31 août-3 septembre 1981 (résumé dans Ann. Genet. Sel. anim., **14**, 121).
- HAZEL L.N., 1943. Genetics, **28**, 476-490.
- JOHANSSON K., KENNEDY B.W., 1982. 2^e Congrès mondial de génétique appliquée aux productions animales, Madrid, 4-8 oct. 1982, vol.VII, pp. 503-508, Garsi ed., Madrid.
- LALOE D., 1983. Étude des liaisons génétiques entre performances de reproduction et performances de croissance chez les porcs Large White et Landrace Français. Mémoire D.E.A., Doc. polycopié.
- LEGAULT C., 1971. Ann. Genet. Sel. anim., **8**, 153-160.
- LEGAULT C., MOLENAT M., STEIER G., TEXIER C., ZICKLER G., 1971. Journées Rech. Porcine en France, **3**, 11-18.
- OLLIVIER L., BOLET G., 1981. Journées Rech. Porcine en France, **13**, 261-268.
- SMITH C., 1964. Anim. Prod., **6**, 337-344.
- STEANE D.E., 1981. Livest. Prod. Sci., **8**, 407-418.
- TARTAR M., BOLET G., 1983. Genet. Sel. Évol. (à paraître).
- VIDOVIC V., 1982. Estimation of genetic parameters for reproductive performance in purebred and cross-bred sows. 2^e Congrès mondial de génétique appliquée aux productions animales, Madrid, 4-8 oct. 1982, vol.VII, pp. 288-292, Garsi éd., Madrid.