

Q810Z

EFFETS ADDITIFS ET NON-ADDITIFS DES GÈNES SUR LA PRÉCOCITÉ SEXUELLE, LE TAUX D'OVULATION ET LA MORTALITÉ EMBRYONNAIRE CHEZ LA JEUNE TRUIE

C. LEGAULT (1) et J. GRUAND (2) (*)

I.N.R.A.

(1) Station de Génétique Quantitative et Appliquée, 78350 JOUY-EN-JOSAS

(2) C.E.S.P. - 86480 ROUILLÉ

I - INTRODUCTION

L'âge, le taux d'ovulation et éventuellement le nombre d'embryons conçus à la puberté, sont pratiquement les premières mesures possibles de l'aptitude à la reproduction chez la jeune truie. Une puberté précoce permet de réduire l'intervalle improductif qui sépare la fin de l'engraissement de la première saillie, chaque jour de retard à la première mise bas représentant une perte de 3 à 5 F pour l'éleveur (LEGAULT et DAGORN, 1973 ; LEGAULT, 1979). Le taux d'ovulation est, de son côté, la première estimation du potentiel de prolificité, estimation dont la signification peut être considérablement améliorée, lorsque cela est possible, par le dénombrement des embryons vivants en début de gestation.

Le contrôle systématique de ces caractères sur un échantillon de la descendance femelle de verrats de race **Large White** a été entrepris en 1967 au Centre Expérimental de Sélection Porcine (C.E.S.P.) de Rouillé (Vienne). Rappelons que ces verrats font l'objet depuis 1965 d'une sélection sur un indice combinant la vitesse de croissance et l'épaisseur de lard dorsal (OLLIVIER, 1977). Ces contrôles ont été maintenus jusqu'en 1978 et étendus à des femelles **Landrace Français** ou issues de croisement **Large White x Landrace Français (F₁)**.

Nous nous proposons de présenter ici les principaux résultats de l'analyse génétique de l'ensemble des 12 séries de contrôle et d'apporter ainsi un complément d'information et de précision aux deux interprétations préliminaires de cette expérimentation (LEGAULT, 1969 et 1973).

II - MATÉRIEL ANIMAL ET MÉTHODES

L'étude concerne des jeunes truies réparties en 12 séries annuelles nées au mois d'août des années 1966 à 1977. Toutes ces truies ont été achetées dans les élevages à un poids compris entre 20 et 24 kg et logées par groupes de 10 dans des bâtiments de semi plein-air ; après une période d'adaptation d'environ 10 jours, elles étaient nourries ad libitum au nourrisseur automatique avec un aliment de "croissance" (0,93 U.F. et 170 g de M.A.T./kg) jusqu'au poids vif moyen de 60 kg et un aliment de " finition " (0,88 U.F. et 150 g de M.A.T./kg) de ce poids à l'abattage.

La détection des chaleurs a eu lieu chaque matin à l'aide de verrats "boute-en-train" de race **Corse** dès qu'un animal de la loge avait atteint le poids de 80 kg et jusqu'à l'âge de 300 jours. Ce contrôle était précédé d'un examen visuel quotidien dès le poids de 70 kg. En 1967 et 1968, l'abattage avait lieu une fois par semaine entre J₇ et J₁₃ (J₀ désignant le premier jour du premier oestrus) ; à partir de 1969 et à l'exception de 1971, les truies étaient abattues entre J₂₇ et J₃₀ après avoir été inséminées avec de la semence de verrats en service à la Station Expérimentale d'Insémination Artificielle (S.E.I.A.) de Rouillé.

(*) Avec la collaboration de C. FELGINES et Marie-Reine PERRETANT.

La présente analyse se limite aux 6 variables suivantes :

- Le gain moyen quotidien de 30 à 80 kg.
- L'épaisseur du lard dorsal à 80 kg.
- L'âge à la puberté.
- Le poids à la puberté.
- Le taux d'ovulation (nombre de corps jaunes).
- Le nombre d'embryons vivants à 30 ± 3 jours de gestation.

Les données recueillies sur les animaux de race pure **Large White** ont été classées hiérarchiquement en fonction de l'année, du verrat père de la jeune truie et de la mère de la truie afin d'estimer les composantes de la variance et de la covariance par la méthode classique (KEMPTHORNE, 1957). Ainsi, pour les deux variables les plus représentées (l'âge et le poids à la puberté), les 1 284 femelles de race **Large White** contrôlées sont réparties en 12 séries annuelles et sont issues de 133 pères et de 490 mères. Pour les 4 autres variables qui sont inégalement représentées, les effectifs correspondants peuvent se déduire des "degrés de liberté" figurant au tableau 1. L'héritabilité a été estimée en quadruplant la composante paternelle intra-série de la variance ; d'autre part, les corrélations entre variables ont été estimées à partir des composantes "résiduelles" de la variance et de la covariance.

Les 501 femelles F₁ sont réparties en 4 séries annuelles (1971, 1972, 1977 et 1978) alors que les 110 femelles **Landrace Français** sont réparties en 3 séries (1972, 1977 et 1978). Leur comparaison aux animaux contemporains de race **Large White** a été faite par la méthode des moindres carrés après classification des données suivant l'année (4 niveaux) et le type génétique (3 niveaux). La connaissance des trois effets "type génétique" permet une estimation de l'effet d'hétérosis qui correspond à la supériorité (généralement exprimée en %) des animaux issus de croisement par rapport au niveau moyen des deux races pures.

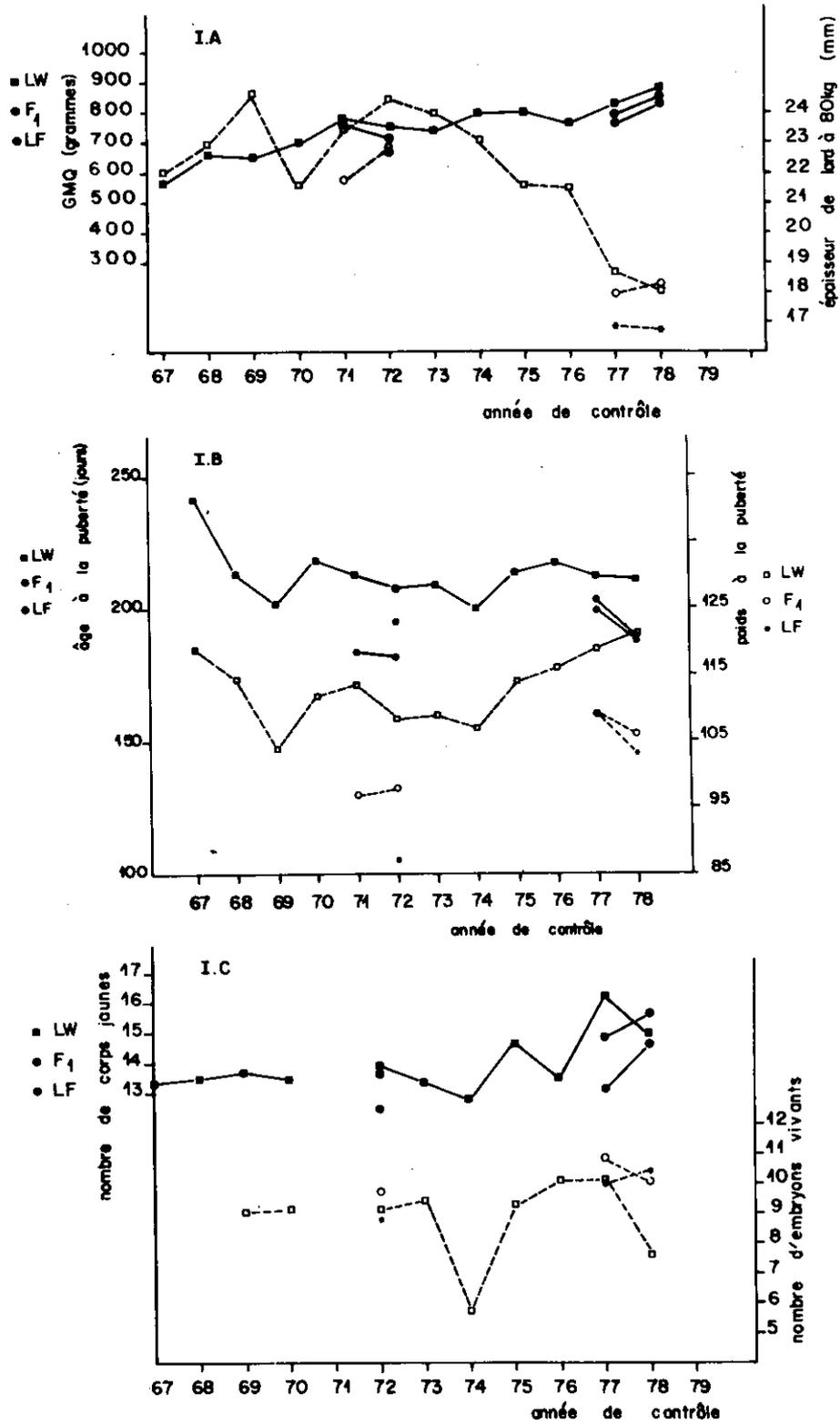
III - RÉSULTATS

Nous n'analyserons ici que les données recueillies sur les jeunes femelles pubères avant l'âge de 300 jours. En effet, si les "fausses chaleurs" (œstrus non accompagné d'ovulation) et les "chaleurs discrètes" représentent moins de 1 % de l'effectif contrôlé, 4,2 % des femelles étaient impubères à l'âge de 300 jours. Comme nous l'avons signalé en 1973, ce pourcentage connaît d'importantes variations suivant l'année (2 à 9 %) et le type génétique (6 % en race **Large White** contre moins de 2 % chez les femelles **Landrace Français** ou issues de croisement).

Les variations annuelles des six variables sont représentées graphiquement sur la figure 1 ; sur la figure 1.a nous avons représenté les variations de la vitesse de croissance de 30 à 80 kg et de l'épaisseur du lard dorsal à 80 kg. Au cours des 12 années de contrôle en race **Large White**, nous observons une augmentation très sensible de la vitesse de croissance (qui passe de 563 à 870 g/jour) ainsi qu'une diminution de l'épaisseur du lard dorsal (qui passe de 23 à 18 mm). A l'exception de la première série de contrôle (1967) où l'âge et le poids à la puberté sont respectivement égaux à 241 jours et 119 kg, la précocité sexuelle demeure relativement stable en race **Large White** (figure 1.b). En effet, dans cette race, l'âge moyen à la puberté est compris entre 202 et 219 jours, à un poids moyen compris entre 104 et 121 kg. Enfin, sur la figure 1.c, sont représentées les variations des moyennes annuelles du taux d'ovulation (comprises entre 12,8 et 16,2 corps jaunes) et du nombre d'embryons vivants au trentième jour de gestation (compris entre 5,85 et 10,15 en race **Large White**).

Les composantes "Année", "Père" et "Mère" de la variance ainsi que les estimations de l'héritabilité et de son écart-type sont rassemblées dans le tableau 1. L'effet de l'année de contrôle est hautement significatif sur toutes les variables sauf le nombre d'embryons vivants ; celui du père l'est également sauf pour la vitesse de croissance et le nombre d'embryons. Enfin, la composante "maternelle" de la variance est hautement significative pour l'ensemble des six variables et très sensiblement supérieure à la composante "paternelle", ce qui peut traduire

FIGURE 1
 VARIATIONS ANNUELLES DE LA VITESSE DE CROISSANCE ET DE L'ÉPAISSEUR DU LARD DORSAL (1.a)
 DE L'ÂGE ET DU POIDS A LA PUBERTÉ (1.b)
 DU TAUX D'OVULATION ET DU NOMBRE D'EMBRYONS VIVANTS (1.c)



l'existence d'un effet de milieu commun aux sœurs de portée ou d'un effet de dominance. Faibles pour la vitesse de croissance ($h^2 = 0,08 \pm 0,07$) et le nombre d'embryons ($h^2 = 0,03 \pm 0,06$), les estimations de l'héritabilité sont plus élevées et significativement différentes de zéro pour l'épaisseur du lard dorsal ($h^2 = 0,37 \pm 0,10$), l'âge à la puberté ($h^2 = 0,30 \pm 0,08$), le poids à la puberté ($h^2 = 0,48 \pm 0,10$) et le taux d'ovulation ($h^2 = 0,28 \pm 0,09$).

TABEAU 1
COMPOSANTES "ANNÉE" (V_A), "PÈRE" (V_P) "MÈRE" (V_M) ET "RÉSIDUELLE" (V_R)
DE LA VARIANCE EN RACE **LARGE-WHITE**.
ESTIMATIONS DE L'HÉRITABILITÉ (h^2) ET DE SON ÉCART-TYPE (s_{h^2})

VARIABLES	COMPOSANTES DE LA VARIANCE				h^2	s_{h^2}
	V_A	V_P	V_M	V_R		
GMQ 30 - 80 kg	5 569 ** (10) (a)	208 (113)	3 521 ** (325)	6 770 (852)	0,08	0,07
ÉPAISSEUR LARD à 80 kg	3,5 ** (10)	0,7 ** (109)	1,7 ** (313)	5,0 (801)	0,37	0,10
AGE A LA PUBERTÉ	62,8 ** (11)	64,6 ** (121)	174,1 ** (357)	624,3 (794)	0,30	0,08
POIDS A LA PUBERTÉ	19,3 ** (11)	47,9 ** (121)	85,4 ** (357)	269,1 (794)	0,48	0,10
TAUX D'OVULATION	1,18 ** (10)	0,49 ** (109)	0,91 ** (308)	5,48 (605)	0,28	0,09
NOMBRE D'EMBRYONS	0,31 (9)	0,10 (101)	0,79 (266)	10,6 (583)	0,03	0,06

(a) : Degrés de liberté

* : Effet significatif ($P \leq 0,05$)

** : Effet hautement significatif ($P \leq 0,01$)

Au tableau 2, figurent les effets des trois types génétiques (**Large White**, **Landrace Français** et **F₁**) estimés par la méthode des moindres carrés. Nous n'avons pas fait figurer les seuils de signification en raison d'interactions significatives pour 3 des 6 variables entre les effets de l'année et du type génétique. Les estimées de l'effet d'hétérosis sont très faibles et inférieures à 2 % pour la vitesse de croissance, l'épaisseur du lard dorsal, le poids à la puberté et le taux d'ovulation. Par contre, il est plus élevé et voisin de 7 % pour l'âge à la puberté et de 9 % pour le nombre d'embryons vivants. Enfin, au tableau 2 figurent également les estimées de la mortalité embryonnaire exprimée en "perte embryonnaire" ou en "pourcentage". Ces valeurs qui se déduisent directement des estimées associées à chacun des 3 types génétiques, traduisent l'existence d'un important effet d'hétérosis sur les variables (13 à 14 %) en raison de différences très sensibles entre races. En effet, très élevé en race **Large White** (39 %), le taux de mortalité embryonnaire est nettement plus faible chez les femelles **Landrace Français** (30 %) ou **F₁** (29 %).

Enfin, les corrélations linéaires intra-portées entre variables sont rassemblées dans le tableau 3.

La vitesse de croissance semble indépendante de l'âge à la puberté sauf en **Landrace Français** ($r = -0,52$) où une croissance élevée semble avancer significativement l'apparition de la première chaleur. Par ailleurs, une corrélation positive comprise entre 0,17 et 0,27 mais qui n'est significative qu'en race **Large White** ($r = 0,24$) est observée entre la vitesse de croissance et le taux d'ovulation. Notons qu'une corrélation significative entre la vitesse de croissance et le nombre d'embryons existe également en race **Large White** ($r = 0,19$).

TABLEAU 2

EFFET DU CROISSEMENT, HETEROSIS (les chiffres présentés correspondent à la moyenne des séries 71, 72, 77 ET 78 estimé par la méthode des moindres carrés)

VARIABLES TYPE GÉNÉTIQUE	G.M.Q. 30-80 kg (g)	Ep. lard 80 kg (mm)	Age puberté (j)	Poids puberté (kg)	Taux d'ovula- tion	Nombre d'embr- yons	Mortalité Embryonn.	
							Nombre	%
Moyenne générale (N = 1 026)	782	20,0	197	105	14,6	9,8	4,8	32,9
Large White (N = 415)	814	21,2	210	114	15,4	9,4	6,0	39,0
F ₁ (N = 501)	786	20,2	188	105	14,8	10,4	4,4	29,1
L.F. (N = 110)	746	18,6	193	99	13,7	9,6	4,1	29,9
HETEROSIS (%)	0,8	1,5	6,7	1,4	1,7	8,8	12,9	13,7

Très étroitement associé au poids à la puberté ($0,76 < r < 0,78$), l'âge à la puberté est indépendant du taux d'ovulation ou du nombre d'embryons pour chacun des trois types génétiques. Il n'en est pas de même du poids à la puberté qui, en race **Large White**, est associé au taux d'ovulation par une corrélation faible mais significative ($r = 0,15$).

Enfin, une corrélation linéaire significative a été estimée entre le taux d'ovulation et le nombre d'embryons en race **Large White** ($r = 0,33$) et chez les femelles F₁ ($r = 0,19$). Or, comme le montre la figure 2, cette liaison n'est pas linéaire. Ainsi, en race Large White, l'effectif important nous a permis de préciser la nature de la liaison entre le nombre d'embryons ou le taux de mortalité embryonnaire et le taux d'ovulation sous forme d'une régression polynômiale du 4^e degré.

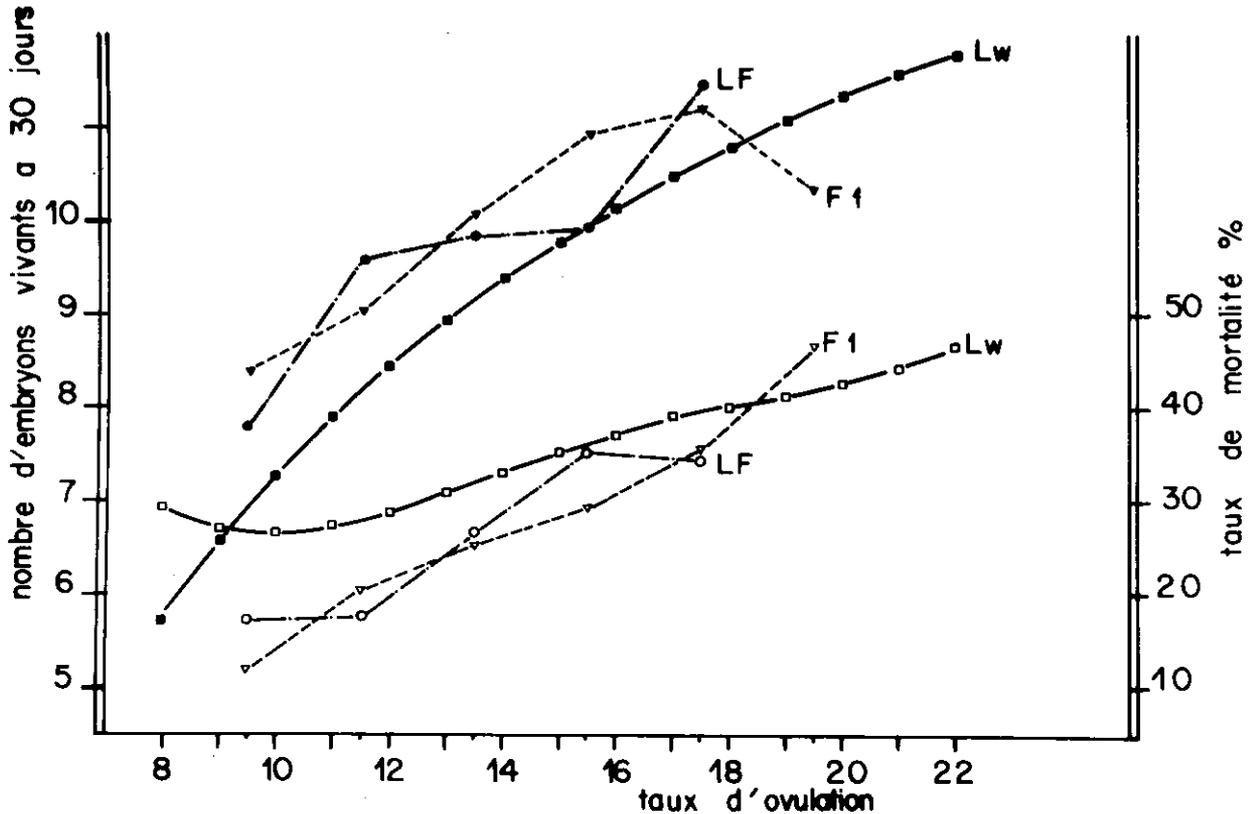
TABLEAU 3

CORRÉLATIONS INTRA-PORTÉE ENTRE VARIABLES

VARIABLES	Type génétique	Epaisseur lard 80 kg	Age à la puberté	Poids à la puberté	Nombre de corps jaunes	Nombre d'embryons vivants à 30 jours
G.M.Q. 30-80 kg	L. W.	.38 **	— .06	.28 **	.24 **	.19 *
	F ₁	.41 **	+ .01	.39 **	.17	.02
	L. F.	.19	— .52 **	— .01	.27	.07
LARD 80 kg	L. W.		— .07	.03	.14 *	.02
	F ₁		.03	.21 *	.04	.06
	L. F.		— .01	.00	— .29	— .12
AGE PUBERTÉ	L. W.			.76 **	— .06	.01
	F ₁			.78 **	— .01	— .06
	L. F.			.77 **	— .22	.12
POIDS PUBERTÉ	L. W.				.15 *	.06
	F ₁				.17	— .04
	L. F.				.03	.14
TAUX D'OVULATION	L. W.					.33 **
	F ₁					.19 *
	L. F.					.05

* : Corrélation significative (P \leq 0,05)
 ** : Corrélation hautement significative (P \leq 0,01)

FIGURE 2
ÉVOLUTION DU NOMBRE D'EMBRYONS VIVANTS ET DU TAUX DE MORTALITÉ EMBRYONNAIRE (%)
EN FONCTION DU TAUX D'OVULATION EN RACE LARGE WHITE (LW),
LANDRACE FRANÇAIS (LF) ET CHEZ LES FEMELLES CROISÉES (F₁)



IV - DISCUSSION

Nous limiterons cette discussion aux résultats d'ordre génétique concernant les variables directement associées à l'aptitude à la reproduction des jeunes truies. Les estimées de l'héritabilité des deux variables représentatives de la précocité sexuelle confirment nos résultats antérieurs (LEGAULT, 1973) et demeurent plus élevées que celles de REUTZEL et SUMP-TION (1966). Dans ces trois études, la composante maternelle de la variance très sensiblement plus élevée que la composante paternelle semble traduire l'existence d'effets maternels non génétiques ou d'éventuels effets de dominance sur la précocité sexuelle.

Notre estimée de l'héritabilité du taux d'ovulation ($h^2 = 0,28$) est plus faible que celle de FALCONER (1960) et BRADFORD (1968) sur la Souris ou de NEWMAN (1964) sur le Porc. Plus récemment, CUNNINGHAM et al. (1979) ont réalisé une expérience de sélection en faveur du taux d'ovulation chez le Porc. Après 10 générations d'une telle sélection, l'estimée de "l'héritabilité réalisée" du taux d'ovulation était de $0,42 \pm 0,06$ alors que la réponse indirecte sur la taille de la portée n'était pas significative en raison de la très faible "corrélation génétique réalisée" entre ces deux caractères ($r_G = 0,06$). De toutes manières, en supposant que cette corrélation génétique soit du même ordre de grandeur que la corrélation phénotypique que nous avons estimée ($r = 0,33$ en race **Large White**), elle est encore trop faible pour que le taux d'ovulation puisse être considéré comme un critère de sélection susceptible d'améliorer la taille de la portée. Nous n'insisterons pas sur la faible estimée de l'héritabilité du nombre d'embryons ($h^2 = 0,03$) assez voisine des très nombreuses estimations de ce paramètre pour la taille de la portée à la naissance.

L'âge à la puberté est réduit de plus de 20 jours chez les femelles croisées par rapport à leur contemporaines de race pure **Large White**. En l'absence des deux croisements réciproques, l'effet d'hétérosis de l'ordre de 7 % n'a pu être estimé rigoureusement, mais reste conforme à la synthèse bibliographique de SELLIER (1976). Cette étude confirme également le très faible effet d'hétérosis sur le taux d'ovulation (moins de 2 %) déjà observé en 1973 et confirmé par les résultats de JOHNSON et al. (1978). En revanche, il est de l'ordre de 9 % sur le nombre d'embryons, ce qui peut être imputé en partie à un effet d'hétérosis plus important sur la mortalité embryonnaire (13 à 14 %). Ces résultats suggèrent que l'amélioration de la prolificité ordinairement manifestée chez les truies issues de croisement (SELLIER, 1976) ne provient pas de l'augmentation du nombre d'ovules pondus mais plutôt d'une meilleure aptitude à la gestation qui se manifeste par une réduction de la mortalité embryonnaire (en nombre et en pourcentage).

Par ailleurs, il convient d'attirer l'attention sur les différences qui existent entre types génétiques : En effet, les femelles nullipares de race **Large White** se caractérisent par des taux d'ovulation et de mortalité embryonnaire élevés alors que les femelles **Landrace Français** et **F₁** se distinguent par un taux d'ovulation légèrement plus faible et un taux de mortalité embryonnaire réduit d'environ 10 %. Par conséquent, s'il est relativement facile d'améliorer le taux d'ovulation par la sélection, il est permis de supposer qu'une réponse favorable sur la taille de la portée devra être surtout attendue dans les lignées à faible mortalité embryonnaire, en **F₁** ou en **Landrace Français** par exemple. En outre, ces résultats ne concernent que les femelles nullipares et une étude de GAUTHERIE (1976) a montré une réduction de la mortalité embryonnaire et une meilleure "réponse à l'ovulation" chez des truies multipares de race **Large White**.

Enfin, l'examen du tableau des corrélations semble indiquer que l'orientation actuelle de la sélection vers l'augmentation de la vitesse de croissance et la diminution de l'adiposité des carcasses ne devrait pas avoir d'incidences défavorables sur l'aptitude à la reproduction des jeunes truies.

Ces résultats confirment d'ailleurs ceux de NEWTON et al. (1977) qui, après 7 générations de sélection en faveur du taux d'ovulation, ont montré que ce caractère était génétiquement indépendant de la précocité sexuelle, de la vitesse de croissance et de l'épaisseur du lard dorsal.

BIBLIOGRAPHIE

- BRADFORD G.E., 1968 - Genetics, **58**, 283-295.
- CUNNINGHAM P.J., ENGLAND N.E., YOUNG L.D., ZIMMERMAN D.W.R., 1979 - J. Anim. Sci., **48**, 509-516.
- FALCONER D.S., 1960 - J. Cell. Comp. Physiol., **56**, Suppl., 1, 153-167.
- GAUTHERIE J.M., 1976 - Etude statistique de la relation entre le taux d'ovulation et la taille de la portée à 30 jours de gestation. Influence du numéro de portée et du type génétique. Mémoire de fin d'Etudes ENITA, Bordeaux.
- JOHNSON R.N., OMTVEDT I.T., WALTERS L.E., 1978 - J. Anim. Sci., **46**, 69-82.
- KEMPTHORNE O., 1957 - An introduction to Genetic Statistics. John Wiley and Sons, New York.
- LEGAULT C., 1969 - Journées Rech. Porcine en France, **1**, 13-17, I.T.P. éd. Paris.
- LEGAULT C., 1973 - Journées Rech. Porcine en France, **5**, 147-154, I.T.P. éd. Paris.
- LEGAULT C., 1979 - Journées Rech. Porcine en France, **11**, 347-354, I.T.P. éd. Paris.
- LEGAULT C., DAGORN J., 1973 - Journées Rech. Porcine en France, **5**, 227-237, I.T.P. éd. Paris.
- NEWMAN J.A., 1964 - Can. J. Anim. Sci., **43**, 285-289.
- NEWTON J.R., CUNNINGHAM P.J., ZIMMERMAN D.R., 1977 - J. Anim. Sci., **44**, 30-35.
- OLLIVIER L., 1977 - Ann. Genet. Sél. Anim., **9**, (3), 353-377.
- REUTZEL L.E., SUMPTION L.J., 1968 - J. Anim. Sci., **27**, 27-30.
- SELLIER P., 1976 - Livest. Prod. Sci., **3**, 203-226.