

GENETIQUE ET REPRODUCTION CHEZ LE PORC

C. LEGAULT

Station de Génétique quantitative et appliquée
I.N.R.A. - 78350 Jouy-en-Josas

I - INTRODUCTION

Il n'y a guère plus d'une vingtaine d'années que les éleveurs s'interrogent sur les possibilités d'amélioration de l'aptitude à la reproduction chez le porc, espèce souvent représentée comme le symbole de la prolificité. En effet, la domestication de cet animal, dont les traces remontent à plus de 4.000 ans dans deux foyers différents, la Mésopotamie (POPLIN, 1976) et la Chine (EPSTEIN, 1969), aurait donné lieu à une évolution dans deux contextes opposés :

- **L'élevage extensif** qui suppose une bonne adaptation à un milieu généralement difficile et dont l'objectif essentiel est une "cueillette" périodique d'animaux consommables. Une sélection naturelle sévère a maintenu ces populations dans un équilibre proche de l'état sauvage, de sorte que leurs performances zootechniques ont peu évolué depuis les origines (RAICHON et al., 1976).
- **L'élevage de "basse-cour"** où les truies élevées en très petit nombre produisent des porcelets dont chacun fait l'objet d'une étroite surveillance. A la suite d'une sélection automatique (dont le taux est de l'ordre de 85 %) ou volontaire, la prolificité a doublé et parfois triplé au fil des siècles par rapport au sanglier qui met bas un peu moins de cinq petits par portée (AUMAITRE, 1977).

Le bouleversement récent des techniques et des structures s'est traduit par la concentration et la spécialisation des unités de production, ainsi que par l'apparition de la notion de productivité de l'animal ou du troupeau. La collecte, voire la compilation, des données d'élevage s'est développée avant même que les composantes essentielles de la productivité aient été identifiées par une analyse technico-économique. Cette précipitation a parfois été à l'origine d'erreurs d'aiguillage telles qu'une trop grande attention accordée au poids du porcelet au détriment de la prolificité, l'une des causes probables de la disparition du porc Blanc de l'Ouest (SELLIER et al., 1972). Cette phase de tâtonnement a permis cependant d'estimer les paramètres techniques, économiques et génétiques indispensables à la mise en place, sur des bases rationnelles, du programme national de gestion technique des troupeaux de truies (LEGAULT et al., 1971).

Sur le plan génétique, après des siècles de sélection plus ou moins consciente, il faut souligner la redécouverte récente des avantages des croisements (le "métissage" des anciens), son exploitation commerciale et la prise de conscience de ses limites rapidement atteintes. Si la connaissance des mécanismes de la reproduction, voire de leur déterminisme génétique, a beaucoup progressé, il n'est guère possible de certifier qu'il y a eu amélioration génétique des populations porcines en ce domaine au cours des vingt dernières années. En effet, l'amélioration spectaculaire de la productivité des truies observée récemment en France (LEGAULT et al., 1977) est attribuable pour l'essentiel à celle des conditions et techniques d'élevage.

Nous nous proposons de faire le point aussi concrètement que possible sur les possibilités théoriques et pratiques d'amélioration génétique des performances de reproduction des truies reproductrices dans l'élevage moderne ; celles du verrat ne seront abordées qu'accessoirement, en tant que vecteur ou complément de la première. Pour cela, le plan général suivant sera adopté :

- Définition et justification des composantes essentielles de la productivité de la truie.
- Déterminisme génétique de ces composantes sous l'angle de l'hérédité additive (héritabilité) et non additive (hétérosis).
- Possibilités théoriques et modalités d'application de la sélection, des croisements, et de leur combinaison.
- Quelques voies nouvelles ou expérimentales.

II - LES COMPOSANTES DE LA PRODUCTIVITE DE LA TRUIE : DEFINITION ET NOMENCLATURE.

Les "performances d'élevage ou de reproduction" désignent chez la truie un ensemble de critères dont la résultante est le poids des porcelets sevrés annuellement par cet animal ou "productivité pondérale" (P_p). Cette grandeur peut elle-même être considérée comme le produit du nombre de porcelets sevrés annuellement ou "productivité numérique" (P_n) par leur poids moyen au sevrage (\bar{p}) :

$$P_p = P_n \bar{p} \quad (1)$$

Prépondérant à l'époque des marchands et des "foires" aux porcelets, ce critère a rapidement perdu de son importance au cours des quinze dernières années pour différentes raisons :

- L'agrandissement des élevages oriente les producteurs vers des unités mixtes (naisseur-engraisseur) ou intégrées dans un ensemble (groupements de producteurs...) où l'objectif est l'obtention du plus grand nombre possible de porcelets viables en début d'engraissement.
- Près de 65 % de la variabilité du poids de la portée au sevrage est déterminée par le nombre de porcelets alors que moins de 5 % de cette dernière est déterminée par leur poids individuel (LEGAULT, 1970).
- La pesée des porcelets est considérée comme une "corvée" inutile pour beaucoup d'éleveurs qui la réalisent subjectivement. Cette donnée imprécise doit ensuite faire l'objet de corrections pour la taille de la portée et, bien entendu, pour la durée d'allaitement qui a diminué en moyenne de plus de 20 jours en moins de 10 ans mais demeure très variable.
- Si l'on rappelle enfin que le poids des porcelets à la naissance et au sevrage n'est pratiquement pas héritable (LEGAULT et AUMAITRE, 1966 ; LEGAULT, 1970), on approuve aisément l'abandon des pesées de porcelets en France.

La productivité numérique (P_n) est le produit du nombre de portées sevrées par an ou "taux de fertilité apparente" (T_f) par la taille de la portée au sevrage, qui dépend elle-même de la taille de la portée à la naissance ou "taux de prolificité" (T_p) et du taux de mortalité des porcelets de la naissance au sevrage (T_m) :

$$P_n = T_f T_p (1 - T_m) \quad (2)$$

La manière la plus simple d'estimer P_n consiste à se référer uniquement à la vie reproductive de l'animal : P_n est alors inversement proportionnel à l'intervalle entre mises-bas (l), qui comprend la durée de gestation (G), la durée d'allaitement (L) et l'intervalle sevrage-fécondation (l_{sf}) :

$$P_n = \frac{365}{G + L + l_{sf}} T_p (1 - T_m) \quad (3)$$

Cette méthode simple manque cependant de rigueur sur le plan économique, car elle ne tient pas compte des deux temps improductifs qui encadrent la vie reproductive :

- le temps i_1 qui sépare la fin de l'engraissement (200 jours par exemple) de la première mise-bas
- le temps i_2 qui s'écoule de la dernière mise-bas à la réforme.

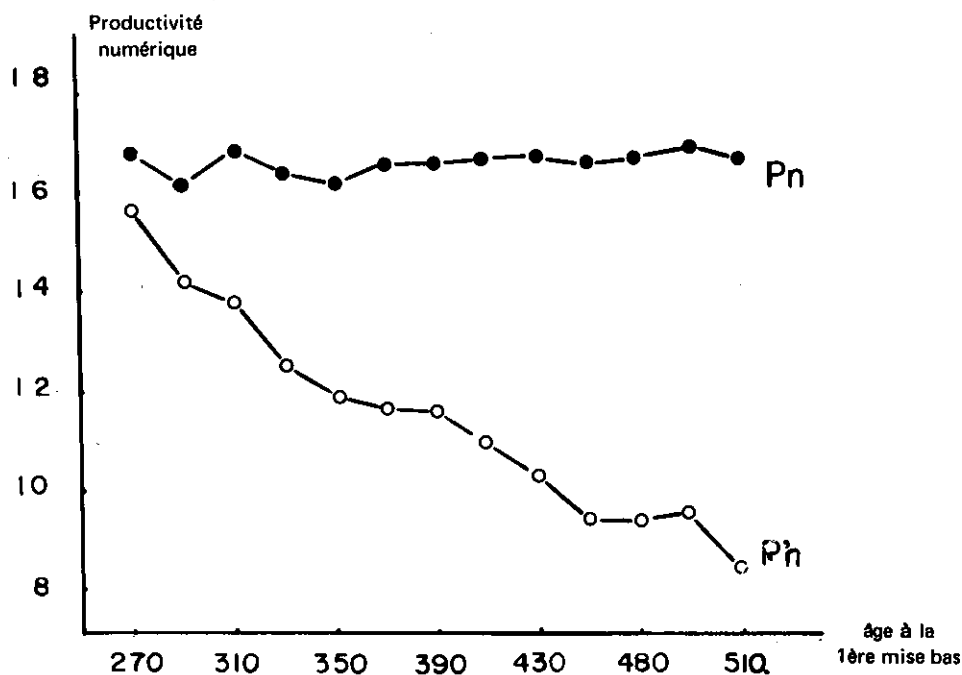
La productivité numérique par année de présence dans le troupeau (P'_n), qui dépend également du nombre moyen de portées sevrées par truie réformée (N), s'écrit alors :

$$P'_n = \frac{N T_p (1 - T_m) 365}{i_1 + (N - 1) l + i_2} \quad (4)$$

Alors que i_2 ne dépend que des techniques d'élevage, i_1 dépend de l'âge à la première mise-bas et par conséquent de la précocité sexuelle. Or on a démontré que si P_n était rigoureusement indépendant de l'âge à la 1ère mise-bas, P'_n décroît linéairement lorsque cet âge augmente (LEGAULT et DAGORN, 1973 ; figure 1) : chaque jour de retard à la première mise-bas représente une perte de l'ordre de 3 F. pour l'éleveur.

FIGURE 1

VARIATIONS DE LA PRODUCTIVITE NUMERIQUE PAR ANNEE DE VIE REPRODUCTIVE (P_n)
 ET PAR ANNEE DE PRESENCE DANS LE TROUPEAU (P'_n)
 EN FONCTION DE L'AGE A LA 1^{ère} MISES-BAS ($n = 5.432$ TRUIES)



L'intervalle sevrage-fécondation dépend de l'intervalle sevrage-1er oestrus (i) et du taux de réussite aux chaleurs successives (t_1, t_2, \dots) qui, selon DU MESNIL DU BUISSON et SIGNET (1969), décroît sensiblement à chaque cycle.

$$I_{sf} = i + 21 (1 - t_1) + 42 (1 - t_1) (1 - t_2) + \dots \quad (5)$$

Notons également que la taille de la portée à la naissance (T_p) dépend du taux d'ovulation de la truie (T_o), du taux de fertilisation des ovules (t_f) et du taux de mortalité embryonnaire global (T_{me}) :

$$T_p = T_o t_f (1 - T_{me}) \quad (6)$$

Sur un plan très général, les performances de reproduction (R) qui déterminent le prix de revient du porcelet en début d'engraissement (à 25 kg par exemple) représentent le premier des trois maillons de la rentabilité de l'élevage du porc. Viennent en effet s'ajouter les "performances de production" (P):

- Le coût de l'engraissement (vitesse de croissance et efficacité alimentaire).
- Le prix de vente et par conséquent la qualité de la carcasse.

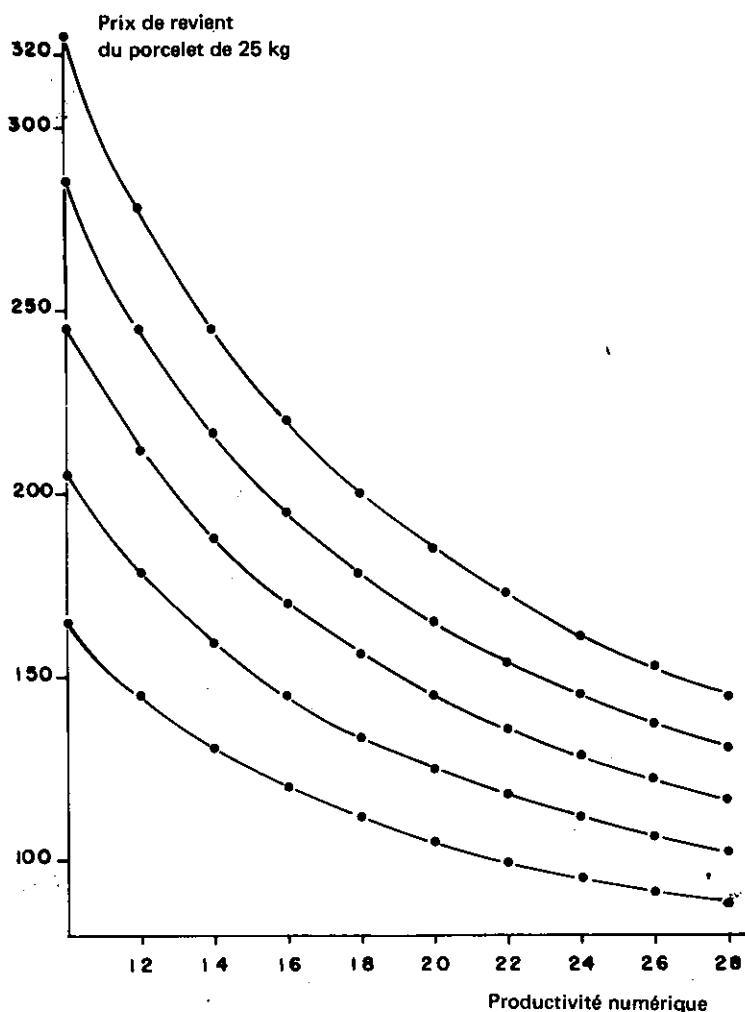
Le prix de revient d'un porcelet de 25 kg (pr) est alors déterminé par la productivité numérique (P_n), le coût d'entretien annuel d'une truie C_T (alimentation, main-d'oeuvre, amortissements et frais généraux) et le coût de la consommation alimentaire d'un porcelet de 25 kg (C_{25}), conformément à la relation suivante :

$$pr = \frac{C_T + P_n C_{25}}{P_n} \quad (7)$$

La figure 2) représente les variations de pr pour des valeurs de C_T comprises entre 1.200 et 2.800 F. et pour $C_{25} = 45$ F.

FIGURE 2

EVOLUTION DU PRIX DE REVIENT DU PORCELET DE 25 kg EN FONCTION DE LA PRODUCTIVITE NUMERIQUE ($10 < P_n < 28$) POUR 5 VALEURS DU COUT D'ENTRETIEN ANNUEL DE LA TRUIE (1.200 - 1.600 - 2.000 - 2.400 ET 2.800 F)



En utilisant les caractéristiques de 451 élevages suivis par le programme national de gestion technique des troupeaux de truies, TEFFENNE et VANDERHAEGEN (1975) ont établi l'équation déterminant P_n par la méthode de la régression linéaire progressive. L'ordre d'apparition des variables est le suivant : la taille de la portée à la naissance (T_p), le taux de mortalité de la naissance au sevrage (T_m), l'intervalle sevrage-fécondation (I_{sf}) et enfin la durée d'allaitement (L). Les deux premières variables expliquent 63 % de la variance de P_n , la troisième 18,5 % alors que la quatrième en explique 14,8 %.

III - DETERMINISME GENETIQUE DES COMPOSANTES DE LA PRODUCTIVITE DE LA TRUIE

Parmi tous les critères qui interviennent sur la productivité de la truie, il convient maintenant de faire une distinction entre ceux qui dépendent uniquement du milieu et ceux qui peuvent se prêter à une amélioration par la voie génétique.

Rappelons d'abord que les caractères "quantitatifs" qui nous intéressent ici sont déterminés par un ensemble de gènes appelé système polygénique. Chacun des gènes de cet ensemble ayant un effet individualisé, la "valeur génétique additive" d'un individu pour un caractère donné est la somme des effets des gènes correspondants (en valeur algébrique). Ce potentiel génétique se transmet par moitié des parents aux descendants. L'importance relative de cette "hérédité transmissible" est ordinairement représentée par le coefficient d'héritabilité (h^2) ou fraction de la variabilité (variance) d'un caractère due aux effets additifs des gènes.

Par ailleurs, les gènes peuvent agir sous forme de combinaisons, favorables ou non, entre gènes allèles (dominance, superdominance) ou non allèles (épistasie). Il s'agit des effets d'interaction entre gènes ou non additifs. Ces associations étant en majeure partie détruites à chaque méiose, il s'agit là d'une "hérédité non transmissible" mais dont les effets peuvent être reconstitués à l'occasion de croisements appropriés entre races ou lignées génétiquement différentes. L'importance relative des effets non additifs des gènes est ordinairement mesurée par l'"effet d'hétérosis" (H) ou "vigueur hybride" qui représente la supériorité parfois manifestée par les produits d'un croisement entre deux populations génétiquement différentes sur la moyenne de ces populations parentales.

Nous ferons donc ici le rapide inventaire des valeurs connues de l'héritabilité et de l'hétérosis pour les critères préalablement décrits (tableau 1). En effet, ces deux paramètres représentent respectivement les espérances d'amélioration génétique par la voie de la sélection et par la voie des croisements.

En premier lieu, nous éliminerons les critères qui ne présentent pas d'intérêt génétique. Ainsi, la durée d'allaitement (L) et l'intervalle dernière mise-bas-réforme (i_2) ne dépendent que des techniques et disciplines d'élevage. Éliminons également la durée de gestation (G), caractère très peu variable (coefficient de variation inférieur à 2 %) et en corrélation négative avec la prolificité (SALMON-LEGAGNEUR et al., 1966). La réduction éventuelle de cette durée par la sélection n'aurait qu'une incidence négligeable sur le rythme de reproduction.

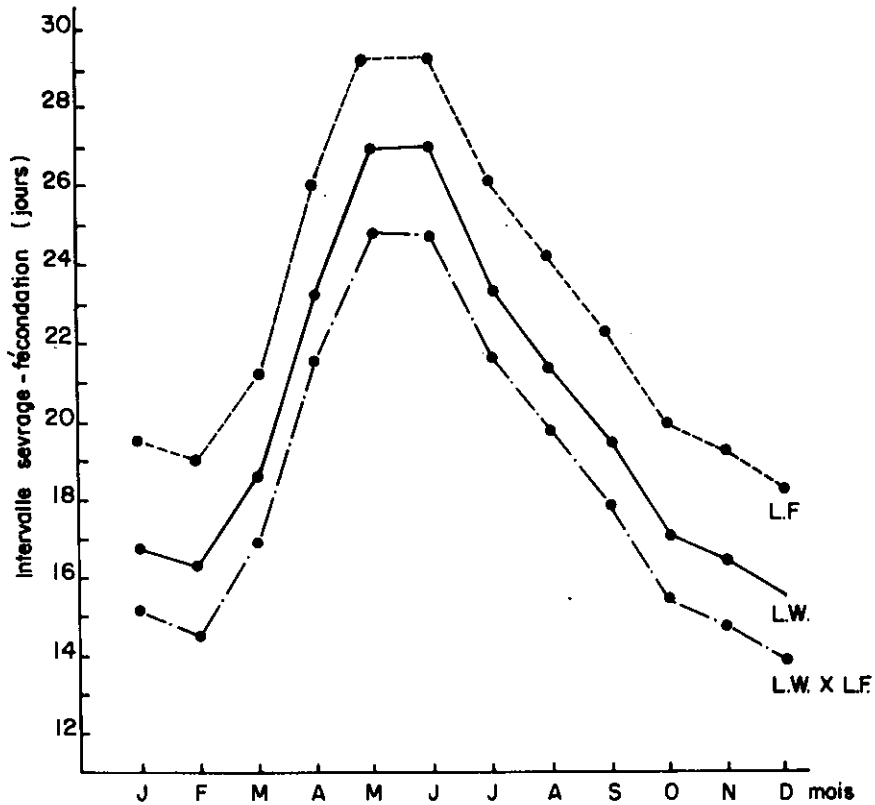
Nous insisterons au contraire sur deux variables agissant sur le rythme de reproduction (âge à la puberté et intervalle sevrage-fécondation) ainsi que sur les composantes de la taille de la portée au sevrage : taux d'ovulation (T_0), taux de mortalité embryonnaire (T_{me}) et taux de mortalité de la naissance au sevrage (T_m).

Une mise à la reproduction précoce diminue le coût de production de la jeune truie en réduisant le temps improductif (i_1) qui sépare la fin de l'engraissement de la première mise-bas (LEGAULT et DAGORN, 1973). Or l'âge à la première mise-bas dépend de l'âge à la puberté, variable à la fois héritable ($0,25 < h^2 < 0,40$) et très sensible à l'effet d'hétérosis ($6 \% < H < 12 \%$). Ces derniers chiffres obtenus en France (LEGAULT, 1973) sont conformes à ceux de l'ensemble de la littérature (SELLIER, 1969 et 1976). Il faut souligner également le fait que la précocité sexuelle est très variable suivant les races. La première chaleur apparaît vers l'âge de 3 à 4 mois dans la plupart des races asiatiques (TRAN THE THONG, 1974; LEGAULT, 1976), vers l'âge de 6 mois et demi dans les races Landrace et de Piétrain et vers l'âge de 7 mois en race Large White (LEGAULT, 1973; ETIENNE et LEGAULT, 1974). Les femelles issues du croisement Large White x Landrace Français sont pubères 20 à 30 jours plus tôt que leurs contemporaines de race Large White.

L'intervalle sevrage-fécondation est peu répétable et vraisemblablement peu héritable (LEGAULT, 1977). Plus long en été ou après le sevrage d'une première portée, cet intervalle est cependant très sensible (figure 3) à l'effet d'hétérosis : chez les femelles issues du croisement Large White x Landrace Français, il est en effet réduit de 16 à 18 % par rapport à leurs contemporaines de races pures (LEGAULT et al., 1975). La réduction de cet intervalle chez les truies croisées est due pour l'essentiel à un meilleur taux de fécondation comme cela a été observé en insémination artificielle (LEGAULT et al., 1973).

FIGURE 3

VARIATIONS DE L'INTERVALLE SEVRAGE-FÉCONDATION (I_{SF}) EN FONCTION DU MOIS DE MISES BAS CHEZ DES TRUIES LARGE WHITE (LW), LANDRACE FRANCAIS (LF) ET CROISEES LWxLF



Le taux d'ovulation est la première des composantes exclusivement maternelles de la prolificité. Cette variable qui est facilement mesurable par le dénombrement des corps jaunes aurait une héritabilité relativement élevée (comprise entre 25 et 40 %) selon plusieurs études réalisées sur la souris (FALCONER, 1960 ; BRADFORD, 1968) et sur le Porc (NEWMAN, 1964 ; LEGAULT, 1973 ; CUNNINGHAM et ZIMMERMANN, 1973). Inversement, l'effet d'hétérosis est très faible, sinon nul, pour le taux d'ovulation (LEGAULT, 1973 ; JOHNSON et OMTVEDT, 1975).

De l'ovulation au sevrage, le potentiel de prolificité est pratiquement réduit de moitié à la suite de la succession d'épreuves que représentent la non-fertilisation des ovules (2 à 5 %), la mortalité embryonnaire avant implantation (25 à 35 %) et après implantation (5 à 8 %) et enfin la mortalité des porcelets (20 % environ).

D'une manière générale, les taux de mortalité sont très peu influencés par les effets additifs des gènes (héritabilité très faible ou nulle) mais sont soumis à un effet d'hétérosis compris entre 6 et 12 %. Il faut noter également que le tiers environ de la mortalité embryonnaire précoce est attribuable à des accidents dans le réarrangement des chromosomes ou à des aberrations chromosomiques (HULOT, 1970).

Il en résulte que la taille de la portée à la naissance et au sevrage est nettement moins héritable que le taux d'ovulation. Les valeurs les plus probables de l'héritabilité pour ces deux variables sont respectivement de 12 et 8 % (LEGAULT, 1970). L'effet d'hétérosis, qui est en moyenne de 8 % sur la taille de la portée à la naissance (SELLIER, 1969 et 1976), est plus élevé au sevrage (12 %) en raison de la réduction complémentaire de la mortalité des porcelets.

L'analyse des résultats d'un croisement implique toujours une distinction entre l'effet d'hétérosis s'exprimant sur l'individu (H_i) et l'effet d'hétérosis s'exprimant sur la mère (H_m). Les valeurs moyennes de ces deux paramètres fournies par la littérature pour les critères d'intérêt économique chez le porc figurent au tableau 1.

TABEAU 1
VALEURS MOYENNES DE L'HERITABILITE (h^2) ET DE L'EFFET D'HETEROSIS
EXPRIME EN VALEUR ALGEBRIQUE (a) OU EN P. CENT (b)
POUR LES PRINCIPAUX CRITERES D'INTERET ECONOMIQUE CHEZ LE PORC

VARIABLES	h^2	HETEROSIS			
		DIRECT : H_i		MATERNEL : H_m	
		a	b	a	b
Age à la puberté (j)	0,30	- 16	8	0	0
Intervalle sevrage-fécondation I_{sf} (j)	0,02	- 3	16	0	0
Taux d'ovulation T_o	0,30	+ 0,2	1	0	0
Taille de la portée à la naissance T_p	0,12	+ 0,30	3	+ 0,75	8
Taille de la portée au sevrage	0,08	+ 0,45	6	+ 0,85	11
Poids individuel au sevrage (kg)	0,05	+ 0,5	5	0	0
Poids de la portée au sevrage (kg)	0,08	+ 9	12	+ 8	10
Croissance post-sevrage (kg)	0,35	+ 0,04	6	0	0
Indice de consommation	0,40	- 0,08	3	0	0
Composition corporelle	0,50	0	0	0	0

IV - LES RACES PORCINES

Avant d'analyser dans le détail les possibilités de mise en oeuvre de programmes d'amélioration génétique des performances de reproduction faisant appel à la sélection et aux croisements, il semble raisonnable de faire le rapide inventaire des potentialités des races disponibles en matière de reproduction (R) et de production (P). De ce point de vue, nous distinguerons quatre groupes :

- a - **Les races mixtes** ayant atteint un bon niveau dans chacun de ces deux domaines. Dans cette catégorie, nous trouvons les deux races les plus répandues en Europe : Large White et Landrace de type Danois, ainsi que deux races américaines : Duroc et Lacombe.
- b - **Les races spécialisées en "production"** surtout utilisées comme lignées mâles terminales : elles se distinguent par un bon niveau de croissance et d'efficacité alimentaire mais surtout par une "muscularité" exceptionnelle. Dans ce groupe, nous citerons deux races de type "culard" : Piétrain et Landrace belge ainsi qu'une race américaine non cularde : le Hampshire.
- c - **Les races spécialisées en reproduction** :
 Nous pouvons classer dans ce groupe certaines races des provinces du Centre Est de la Chine (JIA XING, JIN HUA, MEI SHA...) qui se distinguent par une précocité sexuelle exceptionnelle (3 à 4 mois), une grande prolificité atteignant en moyenne 13 à 15 porcelets nés vivants par portée mais des performances de production très faibles (LEGAULT, 1976).
- d - **Les races dites "rustiques"** adaptées à un milieu très difficile et dont les performances sont faibles dans tous les domaines. Elevés en dehors du contexte "productiviste" décrit au paragraphe II, ces animaux sont représentés en France par la race Corse (RAICHON et al., 1976 ; CASABIANCA, 1977) et en Espagne par le porc "Ibérique" (MOLENAT, 1977).

Le tableau 2 résume ces informations dans le domaine de la reproduction.

TABLEAU 2

NIVEAU ACTUEL MOYEN DES COMPOSANTES DE LA PRODUCTIVITE DES TRUIES
DE QUELQUES RACES REPRESENTATIVES DE CHAQUE GROUPE

VARIABLES RACES	AGE PUBERTE (j)	TAUX D'OVULATION (1er OESTRUS) T _o	MORTALITE EMBRYONNAIRE T _{me} (p. 100)	I _{sf}	TAILLE DE LA PORTEE			P _n
					NES	NES VIVANTS	SEVRES	
Mixtes Làrge White *	210	15,2	36,5	21	11,4	10,8	9,3	19,2
Landrace Français *	195	13,0	27,6	27	11,1	10,6	9,2	18,8
Duroc					10,8	10,4	8,8	
Spécialisées P Landrace Belge *	190	12,8		25	10,0	9,6	8,0	16,0
Piértrain *				22	9,9	9,5	7,6	15,5
Hampshire						8,0	6,8	14,0
Spécialisées R JIA XING	85					15,1	14,0	
JIN HUA	95					13,2	12,0	
MEI SHA	105				14,5	12,8	12,2	
Rustique Corse								7,5
Sanglier **		5,64	12,3		4,95			

* Niveau moyen des races françaises en 1975 (LEGAULT et al., 1977).

** Données fournies par l'examen de 87 laies abattues en forêt de Chambord (AUMAITRE, 1977).

V - QU'APPORTE LA SELECTION ?

a) Aspects théoriques et expérimentaux d'une sélection basée uniquement sur la prolificité.

Les performances de reproduction sont peu héréditaires et donc difficiles à améliorer par la sélection. Si l'on considère la taille de la portée à la naissance, composante essentielle de la productivité de la truie, les calculs théoriques montrent qu'en dépit de la faible héréditabilité du caractère, un plan de sélection adéquat peut produire une amélioration qui n'est nullement négligeable. Dans les conditions normales d'élevage, avec un taux de sélection de 50 p. cent des femelles sur la prolificité de leur mère et un intervalle de génération de 2 ans, le progrès espéré est de l'ordre de 0,5 porcelet/portée en 10 ans. On peut théoriquement obtenir un progrès 5 fois plus élevé (soit 0,25 porcelet/portée par an) en appliquant un taux de sélection de 1/3 dans le choix des femelles, 1/10 dans le choix des mâles, le critère de sélection étant la taille moyenne des deux premières portées et les reproducteurs étant tous choisis dans les premières portées (avec des valeurs d'héréditabilité, de répétabilité et d'écart-type égales à 0,10, 0,15 et 2,7 respectivement). Entre ces deux méthodes extrêmes, d'autres schémas sont possibles comme la sélection sur descendance avec utilisation de l'insémination artificielle. Cependant cette méthode est difficilement applicable dans la pratique, à cause du nombre très élevé de filles nécessaires pour compenser l'allongement de l'intervalle de génération. Pour confirmer les calculs théoriques précédents, nous manquons malheureusement de résultats expérimentaux. Car les expériences de sélection sur la prolificité ont, pour la plupart, été accompagnées d'une élévation importante de la consanguinité, ce qui rendait leur interprétation difficile. Des résultats discordants ont donc été obtenus (voir FREDEEN, 1958). Cependant, en l'absence de consanguinité, des gains substantiels ont été acquis, mais sur des périodes assez courtes (DAMON et WINTERS, 1955 ; OLLIVIER, 1973). Les résultats obtenus par ailleurs par FALCONER (1960) et par BRADFORD (1968) sur la souris inclinent aussi à l'optimisme.

b) Justification économique et modalités d'application dans les élevages d'une sélection combinée sur la prolificité et sur un indice de production (LEGAULT, 1970).

Nous venons de voir que si un éleveur choisit ses jeunes truies dans la descendance de la moitié supérieure de ses truies mères classées par ordre de prolificité, le progrès génétique annuel sera voisin de 0,05 porcelet par portée soit 0,5 porcelet par portée en 10 ans. Ce faible progrès peut être considéré comme négligeable à priori. Seule une étude économique peut justifier une telle sélection.

Le choix des jeunes truies de remplacement est encore, dans la majorité des cas, assuré par l'éleveur lui-même (naiseur ou naisseur-engraisseur). Nous supposons que pour chacune des jeunes femelles candidates à la reproduction, nous disposons des deux informations suivantes :

- L'indice de prolificité de la mère (I_r) calculé périodiquement par le programme national de gestion technique (LEGAULT et al., 1971).
- Un indice de production (I_p) combinant vitesse de croissance et épaisseur du lard dorsal (KERISIT et al., 1971 ; HAMELIN et al., 1976).

Nous nous proposons de rechercher le taux de sélection des femelles sur le premier critère qui conduit au progrès génétique global maximum, et de déterminer ainsi dans quelle mesure une sélection sur la prolificité des truies peut apporter une amélioration supplémentaire à celle obtenue en sélectionnant uniquement sur les performances d'engraissement et de carcasse.

La sélection est réalisée en deux temps :

- Dès le sevrage, les jeunes femelles sont d'abord choisies dans la descendance des meilleures truies mères classées en fonction de I_r avec un taux de sélection p .
- En fin d'engraissement, les jeunes truies qui avaient déjà subi avec succès la première sélection sont à nouveau classées en fonction de I_p et choisies avec un taux de sélection p' .

p et p' sont liés par la relation générale :

$$pp' = \frac{r}{T_{ps} + \frac{z}{p} s} \quad \text{dans laquelle :}$$

- r est le taux de renouvellement annuel des truies.
- $\frac{z}{p} = i$ est l'intensité de sélection exprimée en fonction du taux de sélection sur la prolificité (p) et de z , ordonnée du point de troncature de la courbe normale réduite.
- T_{ps} est la taille de la portée au sevrage.
- s est l'écart-type de T_{ps} .

Nous admettrons qu'il y a indépendance entre la prolificité et les performances d'engraissement et de carcasse (LEGAULT, 1971). Dans ces conditions, le progrès génétique annuel global par truie (ΔE) est une fonction de p uniquement.

Comme le montre la figure 4, ΔE est la somme des progrès réalisés sur la prolificité (ΔE_1) d'une part et sur les performances d'engraissement (ΔE_2) d'autre part. Quelle que soit la valeur du coût du contrôle d'engraissement (c) des jeunes truies dans les élevages, on peut démontrer qu'il existe un taux de sélection optimum (p_m) sur la prolificité correspondant au maximum de la courbe (ΔE). L'essentiel de ces résultats est rassemblé dans le tableau 2. Lorsque $c = 0$ (le coût du contrôle de la croissance et du lard dorsal est alors à la charge d'un organisme de tutelle), une sélection sur la prolificité ne se justifie que dans les cas de très faible prolificité ($T_p < 7$). Pour des niveaux de prolificité plus élevés, cette sélection ne se justifie pratiquement pas

puisqu'elle est réalisée automatiquement du simple fait que des truies les plus prolifiques laissent davantage de descendants. Par contre, lorsque $c \neq 0$, la sélection sur la prolificité se justifie d'autant plus que le coût du contrôle d'engraissement des jeunes truies est plus élevé et que le niveau de prolificité est plus faible. Dans les conditions moyennes de l'élevage français, l'application d'un taux de sélection de 0,50 sur la prolificité permettrait d'accroître de 14 % le profit retiré d'une sélection basée uniquement sur les performances de production.

FIGURE 4

VARIATION DU PROGRES GENETIQUE ANNUEL PAR TRUIE EN FONCTION DU TAUX DE SELECTION (p) DES JEUNES TRUIES SUR LA PROLIFICITE DE LEUR MERE

rythme de reproduction $T_f = 2$
productivité numérique $P_n = 15$

- ΔE_1 : progrès génétique réalisé par sélection sur la prolificité
 ΔE_2 : progrès génétique réalisé par la sélection sur la croissance et l'épaisseur du lard dorsal
 ΔE : progrès génétique global.

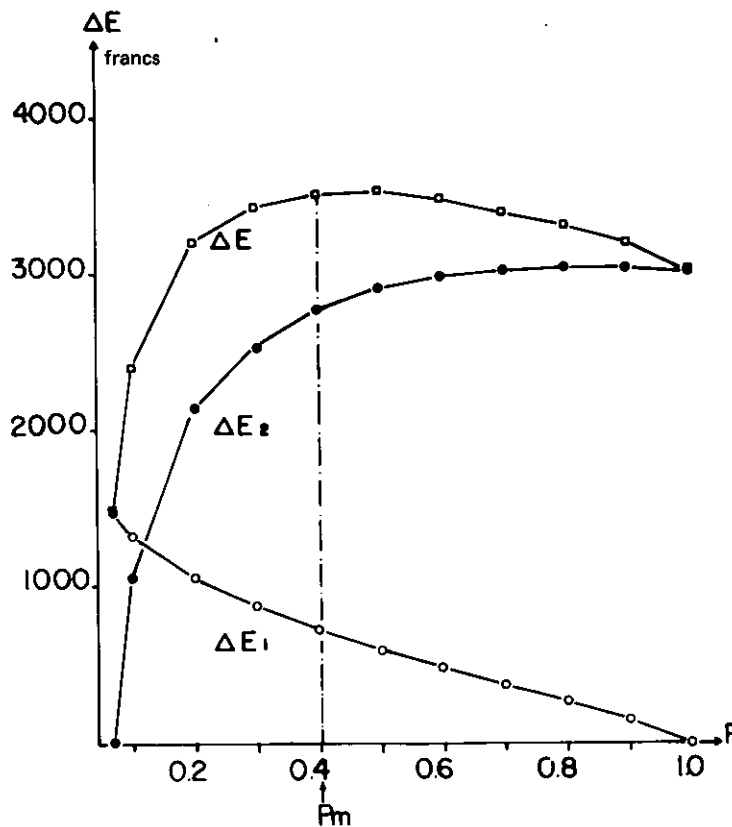


TABLEAU 3

VARIATIONS DU TAUX OPTIMUM DE SELECTION p_m EN FONCTION DU COUT DU CONTROLE D'ENGRASSEMENT (C) A RYTHME DE REPRODUCTION CONSTANT ($T_f = 2$) ET PROLIFICITE VARIABLE

C (en francs)	Taille de la portée T_p					
	6	7	8	9	10	11
0	0,60*	0,74	0,86	0,93	0,96	0,97
2	0,33	0,38	0,41	0,45	0,47	0,49
4	0,25	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31
6	0,21	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23

* Il est rappelé qu'au taux de sélection de 0,60 signifie que 60 % des mères ont leurs filles gardées pour la reproduction.

Cette méthode est d'autant plus facile à appliquer en France que le programme national de gestion technique classe les truies mères sur un indice de prolificité dans les troupeaux de sélection et que le contrôle en ferme mis en place par l'Institut technique du Porc assure le classement des cochettes sur un indice de sélection individuel pour les performances de production.

Il faut souligner également le fait souvent mal compris des éleveurs que la pré-sélection sur prolificité ne compromet pratiquement pas les possibilités de sélection sur l'indice de production (I_p) comme l'illustre l'exemple suivant. Dans un troupeau où les truies sèvent en moyenne 18 porcelets par an en deux portées, on applique un taux de sélection sur la prolificité des mères $p=0,50$. Si l'écart-type de la taille de portée au sevrage est $s=2,5$ et le taux de renouvellement annuel des truies est $r=0,5$, le taux de sélection théorique applicable sur I_p est :

$$p' = \frac{0,50}{0,50 (9+2,5 \times 0,80)} = \frac{1}{11}$$

Dans la pratique les possibilités de sélection sont réduites à 1 sur 8 à 9 en raison de l'élimination inévitable de 20 à 25 % des animaux pour défauts de constitution (aplombs, fausses tétines, etc...) et des causes accidentelles ou sanitaires. On pourrait y ajouter enfin l'élimination des femelles impubères à un âge donné : ainsi, en race Large White, aux âges de 7 et 8 mois, ce taux de réforme serait respectivement de 50 et 15 %.

c) Réforme "génétique" et réforme "physique" d'une truie

L'élimination génétique d'un reproducteur consiste à interdire à ses descendants de se reproduire ; cela correspond exactement à la sélection des jeunes truies sur la prolificité de leur mère telle que nous venons de la décrire.

Cependant un éleveur peut être tenté de réformer une truie dont la production est insuffisante. Cette décision se justifie-t-elle du point de vue économique ? Pour répondre à cette question, STRANG et KING (1970) ont estimé l'incidence économique de 5 "plans de réforme des truies en reproduction". Les résultats montrent que dans les 5 cas, l'accroissement de la moyenne du troupeau à la suite de l'application du plan de réforme est extrêmement faible et négligeable en regard du coût marginal de la jeune truie de remplacement. Deux explications peuvent être apportées à ce résultat :

- la répétabilité de la prolificité est très faible ($r=0,15$) ;
- la production des jeunes truies étant plus faible que celle des truies adultes, l'introduction d'une forte proportion de jeunes truies diminue la moyenne générale.

En conclusion, si l'élimination génétique d'une truie se justifie d'un point de vue économique, la réforme des truies peu productives est à déconseiller.

VI - QU'APPORTENT LES CROISEMENTS

1/ Considérations générales

L'usage des croisements permet non seulement de bénéficier de l'effet d'hétérosis, mais également de l'effet "de complémentarité". Il permet aussi d'accroître la variabilité génétique d'une population fermée.

L'utilisation rationnelle de l'effet d'hétérosis suppose :

- l'existence ou la constitution de races ou lignées génétiquement différentes.
- la détection de celles de ces lignées qui donnent des résultats intéressants en croisement. Cette "aptitude spécifique à la combinaison" varie en effet avec le caractère et les populations parentales considérées.
- la sélection et l'entretien de ces lignées en vue du croisement pour que les combinaisons favorables puissent être reconstituées d'une manière systématique. Comme le laisse prévoir le tableau 1, le meilleur résultat global sera obtenu en associant la vigueur hybride chez la mère et le produit à l'aide d'un croisement à double étage.

L'effet de complémentarité provient de la réunion, par croisement, de deux aptitudes incompatibles ou qu'il serait très long de réunir par sélection sur le même individu. On peut envisager le croisement entre deux lignées complémentaires, l'une dite maternelle très prolifique, et l'autre dite paternelle exceptionnelle par ses performances d'engraissement et sa composition corporelle.

Enfin, les croisements sont parfois utilisés pour augmenter la variabilité génétique d'une population qui a atteint un "plateau de sélection" et permettre ainsi de progresser à nouveau par sélection.

Si la constitution de lignées consanguines en vue du croisement a été fructueuse en production végétale et même parfois en aviculture, ce ne fut pas le cas en production porcine. Cette opération s'est en effet révélée longue, coûteuse et périlleuse, de sorte qu'il est préférable d'utiliser les populations existantes représentées par les races ou par des lignées à l'intérieur des races.

2/ Quelques modalités d'application des croisements à la production porcine.

a) Croisement simple ou croisement "industriel"

Tous les animaux issus du croisement entre les races A et C sont destinés à l'abattage. Un effet de complémentarité entre une race maternelle A prolifique (Large White ou Landrace par exemple) et une race paternelle C très bien conformée (Piétrain par exemple) est à rechercher. L'effet d'hétérosis sur le nombre de porcelets nés par portée est faible mais il est sensible pour le taux de survie et la vitesse de croissance des animaux croisés.

Nous devons remarquer que dans un croisement les caractères de "reproduction" (R) dépendent essentiellement de la lignée maternelle alors que les caractères de "production" (engraissement et carcasse) sont déterminés à la fois par les lignées maternelle et paternelle. Ainsi, la valeur économique (E) du produit du croisement s'écrit :

$$E = K + x \left(\frac{P_A + P_C}{2} + P_{AC} \right) + y R_A$$

où P_A et P_C désignent respectivement les performances de "production" dans les lignées A et C.

P_{AC} est l'effet d'hétérosis sur les performances de production ;

R_A désigne les performances de reproduction de la lignée maternelle A ;

K, x et y sont des constantes appropriées qui dépendent de l'importance économique relative des caractères considérés.

Cette relation montre clairement que :

- la lignée paternelle C peut être choisie uniquement en fonction de ses performances de production (race spécialisée "production") sauf s'il existe un effet d'hétérosis important P_{AC} dans le croisement particulier A x C ("aptitude spécifique") ;
- la lignée maternelle A doit être choisie à la fois en fonction des performances de production et de reproduction (race mixte).

b) Croisement à double étage

Dans ce cas les femelles AB issues du premier étage d'un croisement entre 2 lignées A et B sont mises à la reproduction par accouplement avec un verrat A, B ou C. Cette technique permet d'obtenir un effet d'hétérosis à la fois sur les performances d'élevage des truies AB (R_{AB}) et sur le taux de survie et les qualités d'engraissement des produits ABA, ABB ou ABC qui sont tous destinés à l'abattage. Parfois, le verrat utilisé au 2ème étage du croisement est lui-même issu d'un croisement entre deux races C et D par exemple. Toutefois, s'il est beaucoup plus lourd sur le plan de la gestion et de la conduite du troupeau, le croisement à base de 4 races présente peu d'avantage génétique sur celui qui est basé sur 3 races.

Ainsi dans le cas du croisement entre une femelle AB et un verrat C, la valeur économique du produit ABC s'écrit :

$$E = K + x \left(\frac{P_A + P_B}{4} + \frac{P_C}{2} + \frac{P_{AC} + P_{BC}}{2} \right) + y \left(\frac{R_A + R_B}{2} + R_{AB} \right)$$

Dans ce cas, les races maternelles A et B sont de type "mixte". Toutefois il est possible d'envisager le remplacement de l'une d'entre elles par une race "spécialisée reproduction".

c) Les croisements alternatifs ou rotatifs

Il s'agit là de systèmes relativement extensifs utilisés sur une large échelle aux Etats-Unis. Les truies qui constituent la seule base stable du troupeau sont accouplées alternativement à des verrats qui appartiennent aux 2 races A et B ou successivement à des verrats appartenant aux races A, B, C etc... Une certaine vigueur hybride est ainsi maintenue parmi les femelles du troupeau. Sur le plan pratique, cette technique revient à changer de race de verroat chaque année tout en assurant sur place le renouvellement des truies.

Ainsi dans le cas d'un croisement alternatif entre A et B, on exploite les 2/3 des effets d'hétérosis et la valeur économique s'écrit :

$$E = K + x \left(\frac{P_A + P_B}{2} + \frac{2}{3} P_{AB} \right) + y \left(\frac{R_A + R_B}{2} + \frac{2}{3} R_{AB} \right)$$

Là encore, les races recommandées pour ce plan de croisement doivent être de type "mixte" (Large White, Landrace Français, ...).

3/ Effets à long terme des croisements

Nous n'avons considéré jusqu'ici que les effets à court terme des croisements. En fait, c'est l'effet combiné de la sélection et des croisements au fil des générations qui doit faire l'objet de nos préoccupations. SMITH (1964) et MOAV et HILL (1966) ont montré que le progrès le plus élevé était obtenu dans le cas d'un croisement entre :

- une lignée maternelle sélectionnée à la fois sur les performances de production et de reproduction ;
- une lignée paternelle sélectionnée uniquement sur les performances de production.

Ce raisonnement s'applique aussi bien au croisement simple qu'au croisement à double étage.

Dans le cas d'un croisement triple (truies AB x verrats C), l'intérêt immédiat d'une sélection sur la prolificité dans les lignées A et B peut paraître négligeable au regard du progrès obtenu par croisement. Aussi, certains responsables de production de "truies hybrides AB" sont-ils tentés, pour des raisons commerciales, de négliger totalement la sélection sur ce caractère.

Dans ce domaine, ELSEN et SELIER (1978) ont étudié conjointement l'optimisation de certaines décisions concernant l'amélioration génétique d'une population porcine qui présente la structure pyramidale classique de diffusion du progrès génétique (sélection, multiplication, production) et où le croisement terminal est un croisement à double étage avec des truies Large White x Landrace Français. L'effectif de ces truies F₁ a été supposé constant et les effectifs de reproducteurs des étages supérieurs ont été ajustés aux besoins de renouvellement de l'étage de production, la monte naturelle étant seule utilisée. L'objectif est de rendre maximum le bénéfice actualisé retiré de la production de viande de porc dans l'ensemble de la population. Ce bénéfice, estimé pour diverses valeurs des durées et des taux d'actualisation, a été décomposé en un "gain dû au croisement" et un "gain dû à la sélection" ; dans ce dernier gain, on peut distinguer des recettes dues à la sélection sur la performance de production, des recettes dues à la sélection sur la prolificité et des recettes dues à "l'effet conjoint" de ces deux sélections. L'une des conclusions de cette étude est que la meilleure politique de sélection dans les noyaux "femelles" dépend du type de croisement terminal. En particulier la sélection sur la prolificité ne se justifie pratiquement jamais dans le cas du croisement en retour au Large White et au Landrace Français. Par contre, elle se justifie dans le cas des croisements triples (avec une lignée mâle spécialisée) où l'application des taux optimaux de sélection sur la taille de portée permet d'accroître jusqu'à 6 p. cent le gain dû à la sélection par rapport à la situation où la prolificité est ignorée dans la sélection.

D'une façon générale, du point de vue génétique, on peut se demander si l'absence de sélection volontaire sur la prolificité dans les races maternelles n'entraînera pas, malgré la sélection automatique dont elle fait l'objet, une baisse du niveau moyen. Enfin, il serait important de savoir comment évolue l'effet d'hétérosis en fonction de ce niveau moyen et s'il est possible de cumuler les avantages de la sélection et des croisements.

VII - APERÇU SUR QUELQUES VOIES NOUVELLES

Il nous reste à présenter un certain nombre d'études en cours ou à l'état de projet qui laissent entrevoir des possibilités d'application à court ou moyen terme.

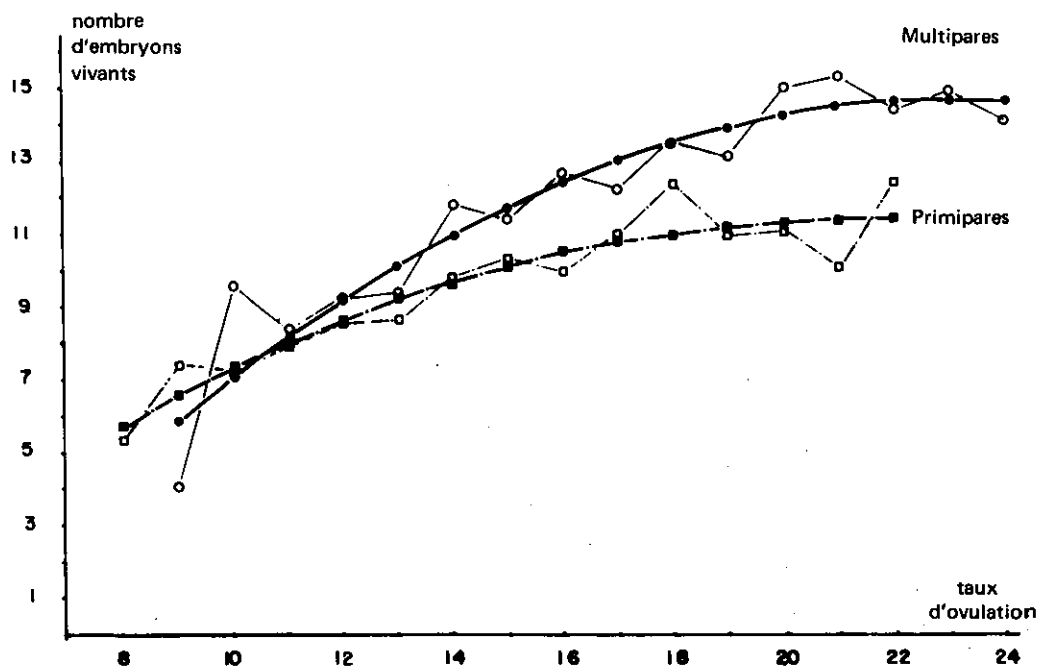
a/ Sélection indirecte sur le taux d'ovulation

Pour l'amélioration de la prolificité, une voie d'approche pourrait être la sélection indirecte sur un critère plus héritable que la taille de la portée, tel que le taux d'ovulation. Ce critère est mesurable sur l'animal vivant en station expérimentale avec une précision acceptable et rappelons qu'il est moyennement héritable ($0,25 < h^2 < 0,35$). La relation entre le taux d'ovulation et la taille de portée n'est pas linéaire (GAUTHERIE, 1976, figure 5). Cependant, les moyennes observées dans nos races porcines qui se trouvent encore éloignées du "seuil de saturation" laissent entrevoir des larges possibilités d'augmentation de la prolificité. La corrélation génétique entre le taux d'ovulation et la taille de la portée semble modeste et de l'ordre de 0,25 selon LEGAULT (1973), alors qu'elle paraît élevée à l'examen des résultats de CUNNINGHAM et ZIMMERMAN (1973) qui ont sélectionné sur le taux d'ovulation et obtenu sur la taille de la portée une réponse indirecte importante, de l'ordre de 0,4 porcelet par génération. Avec les paramètres de LEGAULT (1973) ($h^2 = 0,25$ et $r_{g_{12}} = 0,25$) le taux d'ovulation apparaît par contre comme un critère de sélection peu efficace. Chez la souris, BRADFORD (1969) a obtenu une nette augmentation du taux d'ovulation en sélectionnant sur la taille de la portée, mais pas l'inverse.

Précise mais peu efficace lorsqu'elle exige l'abattage de l'animal, coûteuse par voie chirurgicale sur l'animal vivant, l'estimation du taux d'ovulation gagnerait à être faite par le biais d'un dosage hormonal réalisable à grande échelle pour être considérée comme un critère de sélection applicable en pratique.

FIGURE 5

NOMBRE D'EMBRYONS VIVANTS EN FONCTION DU TAUX D'OVULATION
CHEZ LES MULTIPARES (246 ANIMAUX) ET LES PRIMIPARES (449 ANIMAUX) DE RACE LARGE WHITE



b/ Création d'une lignée "hyperprolifique" (LEGAULT et GRUAND, 1976).

Les possibilités d'amélioration génétique de la prolificité d'une population porcine par la création d'une lignée ouverte aux truies exceptionnellement prolifiques des races Large White et Landrace ont été examinées. La mise en oeuvre de la méthode suppose que les verrats de la lignée "hyperprolifique", également sélectionnés sur les caractères d'engraissement et de carcasse, soient utilisés en insémination artificielle. Le progrès théorique attendu n'est pas linéaire et tend asymptotiquement vers un maximum qui, peut être de l'ordre de 5 à 6 % en race pure et de 12 à 14 % en croisement.

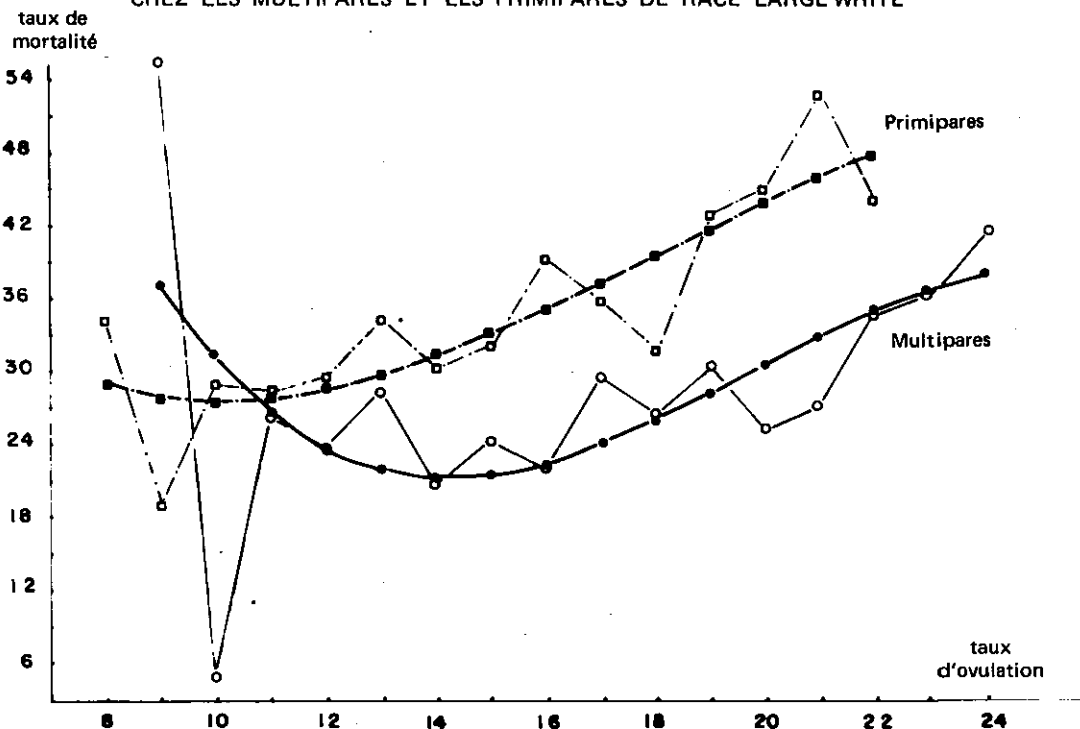
La vérification expérimentale de cette théorie a été abordée par la comparaison de l'aptitude à la reproduction de la descendance femelle de verrats des races Large White et Landrace fils de truies hyperprolifiques et de celle de verrats témoins des mêmes races. Après trois séries de contrôle en race pure et en croisement (LEGAULT, 1977), les jeunes femelles de la lignée expérimentale ont toujours un taux d'ovulation significativement plus élevé que dans la lignée témoin ($P < 0,01$) mais ont aussi un taux de mortalité embryonnaire plus élevé, de sorte que le nombre d'embryons vivants ne diffère pas significativement entre lignées.

Or, nous avons vu précédemment que l'effet d'hétérosis sur la prolificité (8 % en moyenne) provenait d'une augmentation presque négligeable du taux d'ovulation (1 %), suivie d'une importante diminution de la mortalité embryonnaire (6 à 12 %). Ainsi la supériorité des truies croisées proviendrait d'une meilleure aptitude à la gestation (implantation, développement et survie des embryons), et non pas d'une intensification de leur activité ovarienne. Il est donc logique de supposer que l'utilisation des verrats d'une lignée "hyperprolifique" est mieux adaptée à la production de femelles croisées à fort taux d'ovulation et bonne aptitude à la gestation qu'à l'amélioration en race pure.

Les résultats jusqu'à présent modestes pourraient être dûs au fait qu'ils ont été obtenus sur des femelles primipares, inséminées dès la puberté et dont l'état de développement ne leur permet pas de mener à bien une gestation abondante. Par contre les truies exceptionnellement prolifiques mères des verrats étaient jugées sur des productions adultes. En effet, une étude récente (GAUTHERIE, 1976, figure 6) a montré que le taux de mortalité embryonnaire, plus élevé chez les primipares, passait par un minimum correspondant à un taux d'ovulation nettement plus faible chez les primipares que chez les multipares (10 à 11 contre 14 à 15 corps jaunes). Le nombre d'embryons pourrait être rééquilibré pour insuffisance hormonale (progestérone) au-dessous de cet optimum et pour insuffisance nutritionnelle (surpeuplement des cornes utérines) pour des ovulations dépassant cet optimum. La figure 6 montre que la plupart des primipares se trouvent dans la seconde situation, et par conséquent sont incapables d'exprimer leur potentiel de prolificité.

FIGURE 6

TAUX DE MORTALITE EMBRYONNAIRE EN FONCTION DU TAUX D'OVULATION CHEZ LES MULTIPARES ET LES PRIMIPARES DE RACE LARGE WHITE



c/ Les migrations

Il peut être également envisagé de faire appel à des races spécialisées en reproduction d'origine chinoise pour être l'une des deux races maternelles dans le cadre d'un croisement à double étage. Le progrès de 20 à 30 %, que l'on est en droit d'attendre de tels croisements pour la prolificité, diminuerait d'autant plus le prix de revient des porcelets sevrés que le coût d'entretien de telles truies est réduit (LEGAULT, 1976). Cependant, une expérimentation minutieuse est indispensable pour préciser dans quelle mesure la détérioration des performances de "production" chez le produit terminal serait compensée par cet avantage.

d/ Sélection des verrats sur la fertilité

Le verrat exerce sur la taille de la portée à la naissance un effet direct significatif (MOLENAT, 1958 ; LEGAULT et OLLIVIER, 1966), en corrélation élevée (r voisin de 0,50) avec le taux de réussite en insémination artificielle (DU MESNIL DU BUISSON et al., 1974 ; ROUSSEAU, 1975). L'élimination d'un mâle pour l'un ou l'autre de ces deux critères ne peut donc avoir qu'un effet global favorable.

Nous avons déjà évoqué le fait que la taille de la portée varie suivant la race paternelle en cas de croisement. Ainsi les études de SMITH et KING (1964), VAN DE PAS et al. (1973), COUANON (1976) mettent en évidence un avantage de 0,2 à 0,6 porcelet pour les portées engendrées par des verrats de race Large White. Par ailleurs, l'avantage en ce domaine des verrats issus de croisement n'a pas été clairement établi (FAHMY et HOLTSMANN, 1977).

Le poids des testicules qui est étroitement associé à la production spermatique (AMAN, 1970 ; COUROT et LEGAULT, 1977) semble héritable et par conséquent modifiable par sélection (HUHN, 1970 ; COUROT et LEGAULT, 1977). Or, PROUD et al. (1976) ont mis en évidence une liaison génétique entre la croissance testiculaire et le taux d'ovulation chez le porc, tout comme LAND (1974) chez les ovins et (MAFIZUL ISLAM et al., 1977) chez la souris. Une méthode d'estimation du poids des testicules des jeunes verrats sortant des stations de contrôle individuel est actuellement en cours de mise au point.

e/ Autres possibilités

Signalons également la possibilité d'exploiter les effets sur la prolificité du système H de groupes sanguins, rapportés par JENSEN et al. (1968) et confirmés par RASMUSEN et HAGEN (1973).

Comme le soulignait la revue bibliographique de HULOT (1970), l'examen du caryotype des verrats pourrait permettre d'éviter certains cas de subfertilité et, peut-être, de réduire la mortalité embryonnaire précoce.

VIII - CONCLUSION

L'évolution des structures et techniques d'élevage a fait que le nombre de porcelets sevrés annuellement par la truie est le meilleur estimateur de la productivité ("productivité numérique"). Ce paramètre qui s'estime ordinairement sur la base de l'année de vie reproductive (P_n) gagne, sur le plan économique, à l'être sur la base de l'année de présence dans le troupeau ($P'n$). La productivité numérique dépend de la prolificité (taille de la portée à la naissance), du taux de mortalité des porcelets et du rythme de reproduction. Parmi les nombreuses composantes de $P'n$, seuls quatre critères sont sensibles à des variations d'origine génétique : la taille de la portée, le taux de mortalité des porcelets, l'âge à la puberté et l'intervalle sevrage-fécondation. Pour ces quatre critères, on bénéficie en cas de croisement, de l'effet d'hétérosis qui, en moyenne, est respectivement de 8, 7, 8 et 16 %. Seuls, la taille de la portée ($h^2 = 0,12$) et l'âge à la puberté ($h^2 = 0,30$) sont légèrement ou moyennement hératables et par conséquent améliorables par la sélection.

La prolificité étant le critère économique prioritaire, on peut se demander s'il est possible de l'améliorer par sélection en dépit de sa faible hérabilité. Le progrès génétique réalisable est faible (de l'ordre de 0,5 porcelet par portée en 10 ans) dans des conditions normales d'élevage et en appliquant un taux de sélection égal à 0,50.

Toutefois, il a été démontré qu'une sélection basée sur la prolificité peut augmenter sensiblement le profit retiré d'une sélection basée uniquement sur les performances d'engraissement et de carcasse ; cette sélection

se justifie d'autant plus que le niveau de prolificité du troupeau est plus faible et que le coût du contrôle de la croissance et du lard dorsal des jeunes truies de remplacement est plus élevé. Pratiquement, dans les conditions moyennes de l'élevage français, un taux de sélection compris entre 0,4 et 0,6 appliqué aux truies-mères donne les meilleurs résultats. Cependant, l'éleveur doit être conscient du fait que la sélection n'implique pas nécessairement la réforme des truies les moins productives du troupeau ; en effet, en raison de la faible répétabilité de la taille de la portée et de la production inférieure des jeunes truies, on peut démontrer que cette élimination ne se justifie pas du point de vue économique.

La sélection indirecte sur un caractère plus héritable, tel que le taux d'ovulation, a été appliquée avec succès en troupeau expérimental. Son application pratique dans les élevages se heurte à la difficulté de mesurer ce critère sur l'animal vivant. Une sélection sur descendance des verrats qui se révèle intéressante en théorie est compromise par la faible extension de l'insémination artificielle.

Au contraire, les croisements ont, sur le plan théorique, une action rapide sur le nombre de porcelets sevrés par portée (+ 1), l'âge à la puberté (- 16 jours) et l'intervalle sevrage-fécondation (- 3 jours), de sorte que leur utilisation judicieuse peut conduire à un accroissement de la productivité numérique de l'ordre de 2 à 3 porcelets/an. Toutefois, il s'agit là d'un "plafond" rapidement atteint et qui ne peut être dépassé si une sélection n'est pas maintenue dans les populations parentales.

Une étude récente a démontré que la sélection sur la prolificité dans les races pures destinées au croisement (Large White et Landrace Français) se justifiait surtout lorsque le verat terminal appartenait à une lignée spécialisée pour la production.

Une autre voie d'amélioration possible consiste à utiliser en race pure et en croisement des verrats appartenant à une lignée dite "hyperprolifique". Cette technique (expérimentale) revient à cumuler chez les truies croisées une meilleure aptitude à l'ovulation obtenue par sélection et une meilleure aptitude à la gestation (diminution du taux de mortalité embryonnaire) obtenue par le croisement. Là encore, le facteur limitant est l'insémination artificielle.

Notons enfin qu'à titre expérimental, on pourrait tenter d'utiliser, comme race maternelle destinée à un croisement à double étage, des races d'origine chinoise caractérisées par une haute prolificité, une maturité sexuelle très précoce mais de faibles performances d'engraissement et de carcasse.

En définitive, il ne faut pas oublier que la sélection demeure la seule méthode d'amélioration génétique d'une population animale, même pour un caractère faiblement héritable : par une action rapide et spectaculaire, les croisements permettent ensuite de mieux valoriser le progrès réalisé antérieurement par la sélection. Il s'agit donc en fait de deux techniques d'amélioration complémentaires.

BIBLIOGRAPHIE

Les communications aux Journées de la Recherche Porcine, auxquelles cette étude fait référence, figurent dans la liste donnée page 11.

- AMAN F.P., 1970. In "The Testis". A.D. JOHNSTON, W.R. GOMES et N.L. VANDEMARK. Ed., Acad. Press, 1, 433-482.
- AUMAITRE A., 1977. Données non publiées.
- BRADFORD G.E., 1968. *Genetics*, 58, 283-295.
- CASABIANCA F., 1977. Enquête sur les reproducteurs porcins corses. Mémoire de fin d'études. ENSA Toulouse.
- COUANON N., 1977. *Bulletin de l'I.T.P.*, 1977 (3), 9-16.
- CUNNINGHAM P.J., ZIMMERMAN D.R., 1973. *J. Anim. Sci.*, 37, 231 (Abstr.).
- DAMON R.A., WINTERS L.M., 1965. *J. Anim. Sci.*, 14, 94-104.

- ELSEN J.M., SELLIER P., 1978. Ann. Genet. Sel. anim. - (Sous presse).
- EPSTEIN H., 1969. Domestic animals of China. Commonwealth agricultural bureaux.
- FALCONER D.S., 1960. J. Cell. Comp. Physiol., 56, suppl., 1, 153-167.
- FAHMY M.H., HOLTMANN W.B., 1977. Anim. Prod., 24, 261-270.
- FREDEEN H.T., 1958. Anim. Breed. Abstr., 26, 229-241.
- 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'études. ENITA - Bordeaux.
- HULOT F., 1970. Ann. Génét. Sél. Anim., 1, 315-336.
- JENSEN E.L., SMITH C., BAKER L.N., COX D.F., 1968. J. Anim. Sci., 27, 856-862.
- JOHNSON R.K., OMTVEDT I.T., 1975. J. Anim. Sci., 40, 29-37.
- LAND R.B., 1974. Anim. Breed. Abstr., 42, 155-158.
- LEGAULT C., 1976. Le Porc domestique - Colloque d'éthnosciences, 54-62, Société d'éthnozootéchnie et ITP, Paris.
- LEGAULT C., 1977. Données non publiées.
- LEGAULT C., AUMAITRE A., 1966. Ann. Zootech., 15, 333-341.
- LEGAULT C., OLLIVIER L., 1966. Ann. Zootech., 14, 401-408.
- MAFIZUL ISLAM A.B.M., HILL W.G., LAND R.B., 1976. Genet. Res., 27, 23-32.
- MOAV R., HILL W.G., 1966. Anim. Prod., 8, 375-390.
- MOLENAT M., 1958. Le Porc n° 11 (29-40).
- MOLENAT M., 1977. L'élevage porcin n° 65 (13-16).
- NEWMAN J.A., 1964. Canad. J. Anim. Sci., 43, 285-289.
- OLLIVIER L., 1973. Proceedings 13th Intern. Congr. Genet., S 202 (Abstr.) Berkeley, 20-29 Août.
- POPLIN F., 1976. Le Porc domestique - Colloque d'éthnosciences, 6-13. Société d'éthnozootéchnie et ITP, Paris.
- PROUD C., DONOVAN D., KINSEY R., CUNNINGHAM D.R., 1976. J. Anim. Sci., 42, 1361-1362.
- RAICHON C., DE VERNEUIL B., MOLENAT M., 1976. Le Porc domestique - Colloque d'éthnosciences, 68-74 - Société d'éthnozootéchnie et ITP, Paris.
- RASMUSEN B.A., HAGEN K.L., 1973. J. Anim. Sci., 37, 568-573.
- ROUSSEAU F., 1975. Analyse de quelques aspects phénotypiques et génétiques des composantes des activités ovariennes et testiculaires chez le porc. Mémoire de fin d'études. ENITA - Bordeaux.
- SALMON LEGAGNEUR E., LEGAULT C., AUMAITRE A., 1966. Ann. Zootech., 15, 215-229.
- SELLIER P., 1976. Livest. Prod. Sci., 3, 203-226.
- SMITH C., 1964. Anim. Prod., 6, 337-344.
- SMITH C., KING J.W.B., 1964. Anim. Prod., 6, 265-272.
- STRANG G.S., KING J.W.B., 1970. Anim. Prod., 12, 235-243.
- TRAN THE THONG, 1974. Ann. Génét. Sél. anim., 6, 275-281.
- VAN DE PAS J.G.C., MINKEMA D., BUITING G.A.J., 1973. Ann. Génét. Sél. anim., 6, 149 (abstr.).