

LES CROISEMENTS CHEZ LE PORC

P. SELLIER

Laboratoire de Génétique Appliquée

C.N.R.Z. - Jouy-en-Josas

L'amélioration génétique des animaux et des végétaux est très souvent liée aux croisements. Dans l'espèce porcine, l'utilisation rationnelle du croisement a commencé vers 1930 et a connu une rapide extension dans certains pays. Ainsi, aux Etats-Unis presque tous les porcs commercialisés proviennent de croisements. Aujourd'hui, l'exemple de certains de nos voisins européens amène de nombreux éleveurs français à prendre conscience de l'intérêt des croisements en production porcine. Il semble donc utile de faire le point sur cette question et d'étudier les possibilités réelles des divers systèmes de croisement.

I - AVANTAGES GENETIQUES DU CROISEMENT

Considérée dans son ensemble, la production porcine repose sur deux composantes essentielles : les qualités maternelles des femelles reproductrices et les performances de production de viande de leurs descendants. Plusieurs éléments conduisent à penser que le croisement permet de tirer le meilleur parti de l'unité biologique et économique constituée par le couple mère-portée.

1 - CROISEMENT ET COMPLEMENTARITE DES LIGNEES

Ce premier aspect se rattache à l'inégalité de la contribution des deux sexes à la productivité globale de l'espèce porcine et il pose le problème de la meilleure combinaison des aptitudes spécifiques des races aujourd'hui disponibles. La rentabilité de la production de viande de porc dépend à la fois de la qualité du produit, du coût d'engraissement des animaux et de la capacité de reproduction de la génération parentale. Une expression approchée du bénéfice est : $B = a - by - \frac{c}{x}$, où y est l'indice de consommation des porcs à l'engrais, x le nombre de porcs abattus par truie et par an et a , b , c des constantes économiques (MOAV, 1966). L'interprétation graphique de cette fonction permet de construire des courbes d'égal profit dans le plan (x, y) et chaque type de reproduction (races pures, croisements) est défini par un point de ce plan. Dans le cas d'un croisement entre les verrats de la lignée M et des truies de la lignée F, avec l'hypothèse d'additivité génétique stricte, l'expression de B est :

$$B_c = a - \frac{b}{2} (Y_M + Y_F) - \frac{c}{X_F}$$

La figure 1 montre que le croisement simple entre les lignées M et F (point c) assure une meilleure rentabilité que l'utilisation de ces 2 lignées en race pure (points M et F).

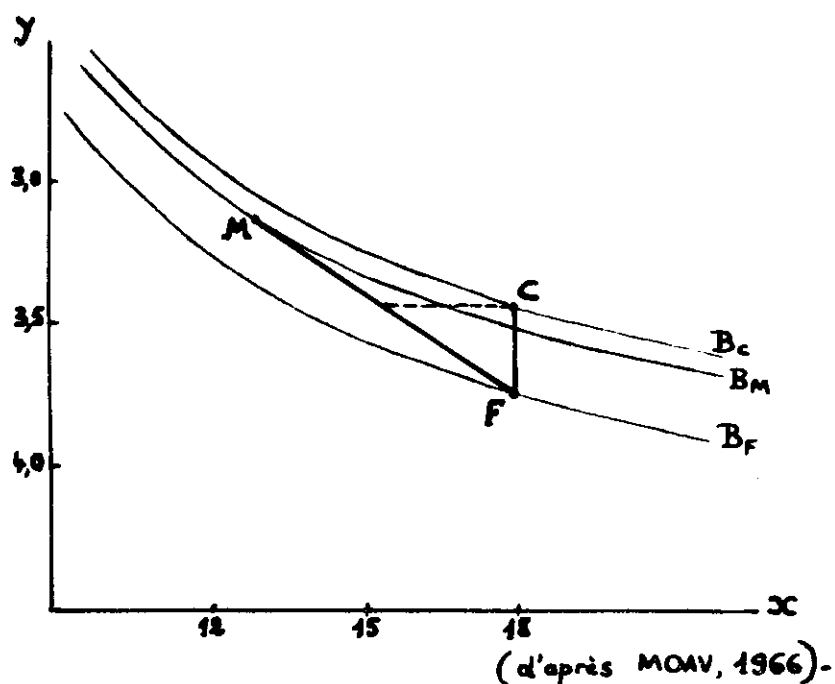


Fig.1 - Avantage du croisement simple ($B_c > B_m > B_f$) avec l'hypothèse d'additivité génétique.

2 - CROISEMENT ET SELECTION DES LIGNEES

Dans le cadre de la race pure, la sélection est globale. Or, l'amélioration simultanée de nombreux caractères est lente et difficile. Les performances requises ne sont pas les mêmes pour les deux éléments du couple mère-portée et les corrélations génétiques entre les groupes de caractères correspondants sont peut-être négatives et sans doute faibles. On conçoit donc l'intérêt de sélectionner séparément des lignées mâles et femelles en vue du croisement, d'autant plus que les besoins en reproducteurs sont différents dans les deux sexes.

SMITH (1964), considérant le taux de progrès génétique et MOAV (1966), à l'aide de critères économiques, arrivent à des conclusions semblables. Leurs études s'appuient sur des hypothèses génétiques simples, en particulier l'additivité des effets génétiques, et sur la décomposition de la performance globale en performance de reproduction (nombre de descendants) et en performance d'engraissement (efficacité alimentaire, qualité de carcasse).

- le progrès obtenu par croisement de lignées spécialisées n'est jamais inférieur et peut être très supérieur à celui obtenu par la sélection globale dans une seule lignée.
- cette supériorité augmente sensiblement si l'index de sélection de la lignée femelle comprend à la

fois les caractères de reproduction et d'engraissement et l'importance à attribuer aux performances de reproduction dans cet index est d'autant plus faible que leur niveau initial est plus élevé.

Il convient d'ajouter que les différences entre les deux systèmes restent faibles si l'on tient compte des paramètres génétiques et économiques de la production porcine.

3 - CROISEMENT ET HETEROSIS

En dehors des deux aspects précédents qui concernent la seule variance génétique additive, le croisement permet de bénéficier de la vigueur hybride ou phénomène d'hétérosis dont le déterminisme est lié à la structure hétérozygote du génotype et plus généralement à l'existence d'interactions entre des gènes ou des groupes de gènes.

Pour un caractère donné, l'effet d'hétérosis est la supériorité phénotypique manifestée par les individus provenant d'un croisement sur la moyenne des valeurs phénotypiques des populations parentales. Cette définition générale, d'un emploi commode, demanderait à être précisée. Le degré d'homozygotie des lignées croisées, leur parenté génétique, l'effet défavorable de la consanguinité sur la productivité des animaux, l'importance des effets maternels sur certains caractères doivent être considérés si l'on veut interpréter utilement les estimations expérimentales de l'hétérosis.

L'effet d'hétérosis et l'effet de dépression dus à la consanguinité correspondent aux deux aspects inverses du même phénomène génétique. Ce que l'on sait de l'effet de la consanguinité s'ajoute donc aux résultats des expériences de croisement entre races et entre lignées consanguines, pour apprécier l'importance relative de l'hétérosis sur les diverses composantes de la productivité, au niveau des génotypes du père, de la mère et des animaux de la portée.

A) Génotype du père

L'effet d'hétérosis sur la fertilité du verrat a été très peu étudié, mais la consanguinité ne semble pas avoir un effet marqué sur la qualité et la quantité du sperme. Ce problème de la fertilité du mâle, aujourd'hui très secondaire, pourrait se révéler plus important à l'avenir dans la mesure où l'insémination artificielle serait appelée à se développer chez le porc.

B) Génotype de la mère

Un certain nombre de résultats expérimentaux mettent plus ou moins nettement en évidence la meilleure fertilité des truies croisées : maturité sexuelle plus précoce, chaleurs plus fréquentes, moindre pourcentage de retours... La supériorité des truies croisées a été démontrée pour le taux d'ovulation qui fixe le potentiel de prolificité de la femelle. On peut penser qu'elle est liée à l'effet d'hétérosis sur la croissance et sur le poids corporel. Chez les animaux de laboratoire, en effet, le taux d'ovulation semble dépendre essentiellement de gènes à effets additifs.

Les animaux de la portée dépendent de la mère entre la fécondation et le sevrage et leurs performances sont liés au génotype de la truie à travers les effets maternels. L'expérience démontre l'existence de l'hétérosis pour l'aptitude des truies à la gestation en rapport avec la régulation de l'équilibre hormonal et le milieu nutritionnel fourni aux embryons. Si, indépendamment du génotype des animaux de la portée, on compare des truies de race pure et des truies croisées, les portées issues de ces dernières présentent une mortalité embryonnaire plus faible et une croissance prénatale plus forte. Cette supériorité des truies croisées se retrouve pour la viabilité et la croissance des porcelets de la naissance au sevrage, mais elle est relativement plus faible ; on peut la rattacher

à leur meilleure production laitière. Ainsi, dans une étude portant sur plus de 21.000 portées, SMITH et KING (1964) montrent que pour les performances d'élevage, les truies croisées provenant de divers croisements simples entre les races Large White, Landrace et Wessex dépassent les moyennes de performances des races pures parentales : + 0,56 pour le nombre de porcelets nés vivants, + 0,70 pour le nombre de porcelets sevrés, + 15,5 kg pour le poids de la portée à 8 semaines. Les truies croisées sont supérieures aux truies de la meilleure race pure pour ces deux derniers caractères.

C) Génotype des descendants

Indépendamment des différences d'effet maternel, les résultats expérimentaux démontrent l'existence de l'hétérosis sur le taux de survie et la croissance des animaux pendant la phase d'élevage. Utilisant la technique de la double saillie, LUSH et al. (1939) estiment l'avantage des animaux croisés à 8 % pour la proportion d'animaux mort-nés, à 15,4 % pour le taux de survie jusqu'au sevrage, à 2,5 % pour le poids à la naissance et à 10,7 % pour le poids à 60 jours. Si l'on compare des portées pures et croisées provenant de la même race de truies (Large White et Landrace), la supériorité du croisement est de 5 et 12 % pour la taille et le poids de portée à 8 semaines (SKARMAN, 1961 ; SMITH et KING, 1964).

Après le sevrage, les animaux croisés montrent très généralement une vigueur accrue, une vitesse de croissance supérieure et une meilleure efficacité alimentaire. Les caractères de conformation et de composition corporelle ne sont pas affectés par l'hétérosis, les animaux croisés étant intermédiaires entre les animaux des lignées parentales.

II - POSSIBILITES D'UTILISATION DES CROISEMENTS CHEZ LE PORC

Si l'on considère la structure génétique de la population porcine française, les problèmes posés par l'utilisation du croisement se situent à deux niveaux selon l'échéance envisagée.

1 - INTERET DES CROISEMENTS A COURT TERME

L'existence du phénomène d'hétérosis, en particulier pour les caractères de reproduction, et la possibilité de combiner les aptitudes complémentaires des races existantes justifient le recours aux croisements. La figure 2 résume les résultats d'un certain nombre d'expériences de croisements entre races : ces chiffres n'ont dans l'absolu qu'une valeur indicative, mais ils montrent l'importance relative de l'hétérosis pour les différents caractères de production et les avantages apportés par l'utilisation de truies croisées comme mères des animaux commerciaux.

Trois systèmes principaux de croisement s'offrent à nous :

A) Le croisement industriel

Il utilise 2 races A et B et tous les animaux AB sont abattus. L'effet de complémentarité entre une race prolifique (lignée femelle) et une race à haute qualité de carcasse (lignée mâle) est à rechercher. Ainsi plusieurs expériences de croisement industriel entre des verrats de Piétrain et des femelles Large White ou Landrace, dont en France celle de KNOERTZER (1961) montrent que, par rapport aux animaux Large White ou Landrace, les animaux croisés donnent à l'abattage une carcasse de valeur supérieure pour une même vitesse de croissance.

.../...

B - Le croisement à double étage

Les femelles croisées AB sont conservées pour la reproduction et accouplées à un verrat A, B ou C. Le croisement à 3 voies permet de bénéficier de l'hétérosis à la fois chez les mères croisées et chez leurs descendants. Un tel plan de croisement implique l'utilisation de lignées en vue de la production de femelles (lignée A) et de la production de mâles destinés soit à l'obtention des truies croisées (lignée B), soit au croisement commercial (lignée C). Les progrès espérés dans le domaine de l'insémination artificielle permettront de réduire le besoin en mâles B et C et le coût d'entretien de ces lignées. On conçoit que ce type de croisement requiert une organisation poussée rendue possible par la concentration des moyens de sélection et l'établissement de rapports contractuels entre élevages au sein d'un groupement de producteurs par exemple : unités de sélection des lignées, unités de multiplication, unités de production de porcs charcutiers.

C - Le croisement alternatif et rotatif

Ils constituent une forme extensive des systèmes précédents et permettent de résoudre le problème du renouvellement du troupeau de truies. Les truies croisées sont accouplées successivement à des verrats de 2 races (c. alternatif) ou de 3 races (c. rotatif). Ces types de croisements, très courants aux Etats-Unis, assurent le maintien des truies et de leur descendance dans un "état hybride" renouvelé à chaque génération et leur simplicité d'application les rend intéressants dans les conditions des élevages commerciaux.

Il resterait à définir plus précisément la nature et la place des races à utiliser dans ces modèles théoriques de croisement. Les aptitudes particulières de chaque race nous apportent des indications mais la variabilité des résultats bibliographiques doit nous inciter à déterminer expérimentalement les combinaisons les plus avantageuses et à étudier les possibilités réelles des races françaises en croisement.

2 - PERSPECTIVES D'EVOLUTION A MOYEN ET A LONG TERME

L'aspect tout à fait immédiat des avantages apportés par les croisements nous impose d'envisager pour l'avenir la mise en oeuvre éventuelle de solutions plus élaborées.

A - Le croisement entre lignées consanguines

Cette technique, employée avec succès chez le maïs et le poulet, permet l'exploitation maximum de l'hétérosis. Chez le porc, elle a été étudiée aux Etats-Unis (FREDEEN, 1956) et en Grande-Bretagne (KING, 1967). Certains croisements entre 3 lignées consanguines d'une race pure ont permis de dépasser le niveau observé dans cette race pure pour la vitesse de croissance et le nombre de porcelets sevrés. Toutefois, la très grande majorité des généticiens pensent que l'intérêt économique des lignées consanguines n'est pas évident chez le porc. La création d'un nombre suffisant de ces lignées est une opération de grande envergure : le taux d'élimination est important, (en Grande-Bretagne, 12 % seulement des lignées démarrées ont atteint un coefficient de consanguinité supérieur à 0,4) ; l'utilisation optimale des lignées conservées nécessite la réalisation de croisements-tests pour découvrir les combinaisons les plus intéressantes. Ces difficultés donnent la mesure des moyens financiers et du temps nécessaire pour entreprendre un tel programme dont la réussite est finalement assez aléatoire.

B - La sélection pour l'aptitude au croisement

Le choix des reproducteurs est classiquement réalisé en race pure (contrôle individuel ou contrôle de la descendance). Dans la mesure où l'on s'engage sur la voie des croisements, on peut

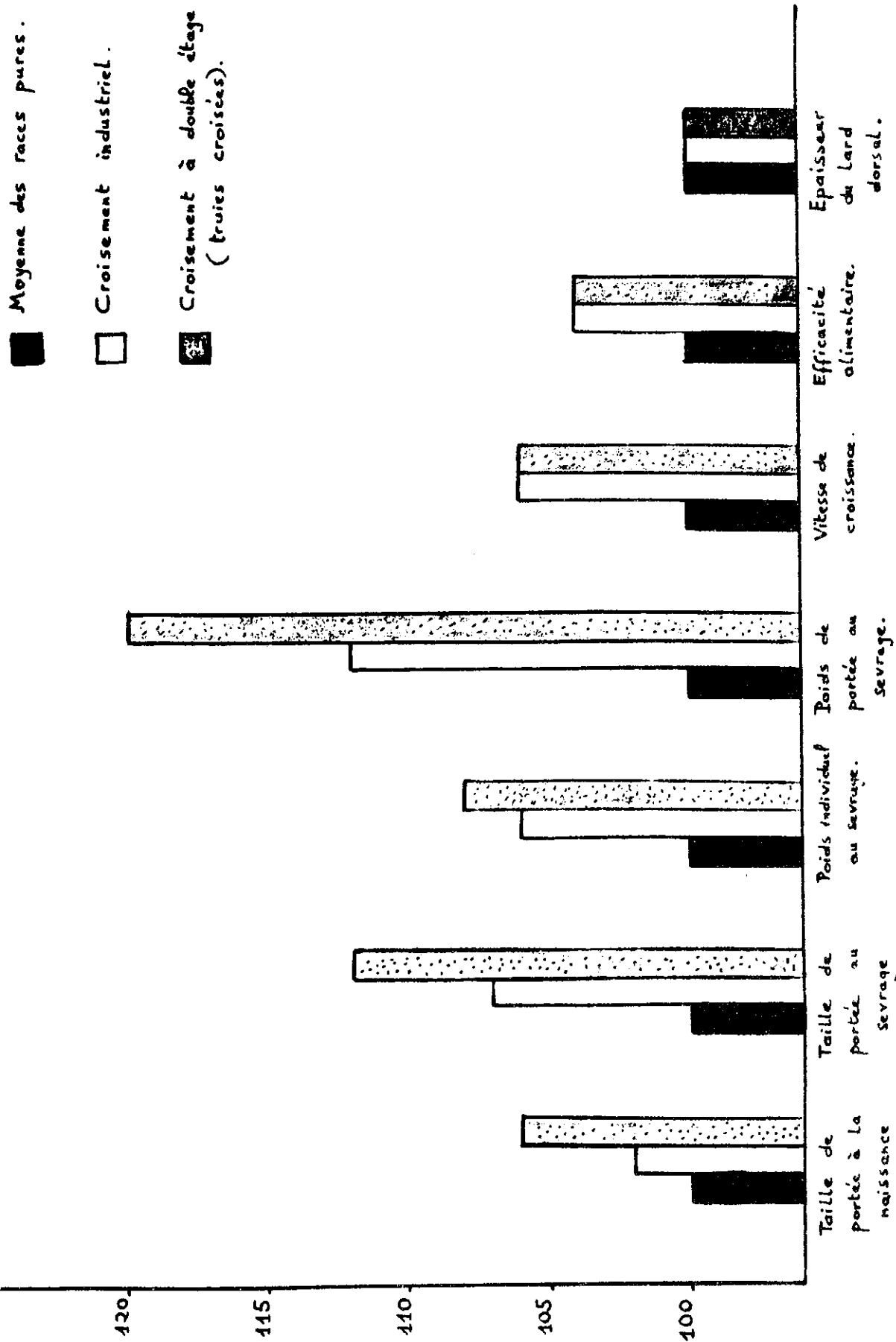


Fig. 2 - Résultats moyens d'expériences de croisement entre races (sans consanguinité).
 Moyenne des races pures = 100.

penser que le meilleur critère de la valeur génétique d'un animal est la performance de sa descendance croisée (sélection récurrente et réciproque de 2 lignées). Cette méthode semble attrayante pour l'amélioration des caractères de reproduction dont la variance génétique est due en grande partie à des effets non additifs de gènes. Les premières expériences de sélection récurrente chez le porc n'ont pas donné les résultats espérés, mais il serait imprudent de porter un jugement définitif sur l'intérêt de cette méthode.

C - La sélection de lignées spécialisées

La création en vue de croisements de lignées spécialisées par sélection sur des index convenablement choisis présente un intérêt théorique faible, mais réel. On peut envisager, par exemple, la constitution de lignées mâles dites synthétiques à partir d'un croisement de plusieurs races et leur sélection sur la vitesse de croissance et l'épaisseur du lard dorsal. Le rôle d'un tel croisement est alors de rassembler dans une même population le plus grand nombre possible de gènes avantageux. A plus long terme, en fonction de l'évolution probable des techniques d'élevage vers un sevrage de plus en plus précoce, il pourrait se révéler intéressant de créer des lignées femelles à très haute prolificité, en faisant appel par exemple à certaines races porcines du Sud-Est asiatique dont la fécondité est remarquable.

CONCLUSION

Grâce à l'effet de complémentarité et à l'hétérosis, le principal avantage du croisement est d'amener un progrès sensible de la productivité du porc en une ou deux générations et il apparaît aujourd'hui comme la meilleure forme d'utilisation des races pures existantes.

Il n'empêche que le progrès futur reste étroitement lié à la sélection des races ou des lignées. On conçoit que, si l'on choisit la voie des croisements, la sélection de ces lignées doit s'insérer dans le programme d'ensemble : simplifiée dans ses objectifs, elle sera sans doute plus efficace. La sélection de souches spécialisées en vue de croisements paraît être la plus sûre méthode d'amélioration génétique du porc.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- FREDEEN H.T., 1956 - Anim. Breed. Abstr., 24, 317-326
 KING J.W.B., 1967 - 9th Int. Congr. Animal Production, 1966, Edimburgh. Report of proceedings and invited papers, 9-16. Oliver and Boyd, Edimburgh and London
 KNOERTZER E., 1961 - Bull. Tech. Ing. Serv. Agric., n° 165, déc 1961
 LUSH J.L., SHEARER P.S., CULBERTSON C.C., 1939 - Iowa Agric. Exp. Sta. Bull. 380, 82-116
 MOAV R., 1966 - Anim. Prod., 8, 193-202, 203-211, 365-374, 375-390
 SKARMAN S., 1961 - Z. Tierz. Zücht.-Biol. 75, 215-220
 SMITH C., 1964 - Anim. Prod., 6, 337-344
 SMITH C., KING J.W.B., 1964 - Anim. Prod., 6, 265-271