



Etude de strategies de valorisation en croisement de la race porcine Meishan. 1. Estimation des parametres du croisement pour les caracteres de productivite des truies

Jean Pierre Bidanel, Jean-Claude Caritez, Christian Legault

► To cite this version:

Jean Pierre Bidanel, Jean-Claude Caritez, Christian Legault. Etude de strategies de valorisation en croisement de la race porcine Meishan. 1. Estimation des parametres du croisement pour les caracteres de productivite des truies. Journées de la Recherche Porcine en France, INRA; ITP, Jan 1989, Paris, France. pp.345-352. hal-02727850

HAL Id: hal-02727850

<https://hal.inrae.fr/hal-02727850>

Submitted on 26 Aug 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ETUDE DE STRATEGIES DE VALORISATION EN CROISEMENT DE LA RACE PORCINE MEISHAN

1. Estimation des paramètres du croisement pour les caractères de productivité des truies

J.P. BIDANEL (1), J.C. CARITEZ (2), C. LEGAULT (1).

Institut National de la Recherche Agronomique

(1) Station de Génétique quantitative et appliquée, 78350 JOUY-EN-JOSAS.

(2) Domaine Pluridisciplinaire du Magneraud, 17700 SURGERES.

INTRODUCTION

L'amélioration de la productivité numérique constitue l'une des principales possibilités d'augmentation de l'efficacité économique de la production porcine (TESS et al., 1983 ; BADOUARD et SALAUN, 1987). De nouvelles perspectives ont été ouvertes sur ce plan par l'importation en 1979 de reproducteurs de 3 races chinoises réputées pour leur excellente prolificité. Les études menées depuis cette date dans des conditions d'élevage intensif ont permis de confirmer à plusieurs reprises les caractéristiques de reproduction exceptionnelles en race pure et en croisement de 2 de ces races : la Jiaying et surtout la Meishan. Ainsi, l'utilisation de femelles "1/4" et "1/2 chinoises" permet d'aboutir à des gains de productivité numérique atteignant respectivement 10 et 30% (LEGAULT et CARITEZ, 1982 ; 1983 ; GUEBLEZ et al., 1987). Cet avantage est malheureusement contrebalancé par les moindres performances de production des races chinoises et de leurs descendants croisés (LEGAULT et al., 1985 ; GUEBLEZ et al., 1987). Le bilan économique global des comparaisons entre des produits terminaux "1/4" et "1/8 chinois" et des représentants des types génétiques les plus couramment utilisés en France est en défaveur des croisés chinois, ceci d'autant plus que la nouvelle grille de paiement des carcasses au pourcentage de muscle pénalise plus fortement qu'auparavant les carcasses les plus grasses (LEGAULT et al., 1985 ; GUEBLEZ et al., 1987).

Peut-on en conclure que les races Meishan et Jiaying ne présentent aucun intérêt pour la production porcine intensive française ? De nombreuses questions sont encore sans réponse et laissent à penser qu'une telle affirmation est pour le moins prématurée. En particulier :

- le modèle économique utilisé par LEGAULT et al. (1985) et GUEBLEZ et al., (1987) n'est pas entièrement satisfaisant. Il est notamment nécessaire de préciser l'impact économique des différences de besoins alimentaires et de valeur de réforme des reproducteurs d'une part, des variations d'effectifs de truies et de verrats dans les étapes de sélection et de multiplication d'autre part.
- seul un nombre limité de plans de croisement discontinus a

pu être étudié expérimentalement. D'autres solutions (plans de croisement continu ou discontinu, lignées composites) peuvent être envisagées ; leur intérêt reste à évaluer.

- la meilleure prolificité des truies chinoises permet l'application d'intensités de sélection plus importantes. Des réponses accrues à une sélection sur les caractères de production peuvent donc être espérées en race pure et dans les lignées composites, revalorisant ainsi leur intérêt à moyen et long terme.

Des éléments de réponse à ces problèmes peuvent être apportés par une étude de l'évolution comparée des performances et de la valeur économique globale des différents systèmes de croisement envisageables. Elle consiste à prédire les performances moyennes des différents types génétiques impliqués dans le plan de croisement considéré et leur évolution sous l'effet de la sélection. Ce dernier aspect peut être prédit à partir des formules classiques de réponse à la sélection (OLLIVIER, 1981), ou par la méthode plus sophistiquée développée par ELSEN et MOCQUOT (1974) et HILL (1974) dans le cas de générations chevauchantes. Le modèle analytique développé par DICKERSON (1969, 1973) est la méthode de référence pour la prédiction des performances moyennes en croisement. Elle est basée sur la connaissance d'un nombre réduit de paramètres couramment désignés sous le nom de "paramètres du croisement". Si ces paramètres sont relativement bien connus pour les croisements entre les principales races européennes et nord-américaines, aucune estimation n'était jusqu'à présent disponible pour les croisements entre races chinoises et occidentales. C'est pourquoi l'I.N.R.A. a mis en place entre 1984 et 1988 une expérimentation visant à estimer ces paramètres entre la race chinoise la plus prometteuse, la Meishan (MS) et la Large White (LW), race maternelle la plus utilisée en France à l'heure actuelle, pour les différents caractères d'intérêt économique. Ce premier article présente les principaux résultats de cette expérience pour les caractères de productivité des truies.

1. LES PARAMÈTRES DU CROISEMENT.

DICKERSON (1969) a proposé de décomposer les performances moyennes d'animaux croisés en fonction de trois groupes de paramètres :

- les valeurs génétiques additives des races g^o , g^m et g^n . Un caractère donné étant mesuré sur un individu, g^o exprime les effets additifs directs de ses gènes, g^m et g^n les contributions additives des gènes de sa mère et de sa grand-mère maternelle respectivement à l'expression des effets de milieu sur sa performance.
- les effets d'hétérosis expriment classiquement l'écart entre la performance moyenne d'une population croisée et

la moyenne des performances des populations parentales (OLLIVIER, 1981). On parle d'hétérosis direct (h^o), maternel (h^m) ou paternel (h^p) selon que l'individu mesuré, sa mère ou son père sont croisés.

- les effets de perte de recombinaison épistatique sont définis comme un écart à la linéarité de l'association hétérosis-hétérozygotie ; r^o , r^m et r^p correspondent à h^o , h^m et h^p respectivement.

Le tableau 1 présente la décomposition théorique des performances moyennes de divers types génétiques en fonction des paramètres du croisement. Connaissant ces derniers, la prédiction de la performance d'un type génétique quelconque est immédiate.

TABEAU 1
DÉCOMPOSITION EN FONCTION DES PARAMÈTRES DU CROISEMENT DES PERFORMANCES MOYENNES DE DIVERS TYPES GÉNÉTIQUES.

paramètre		g^o	g^m	g^n	h^o	h^m	h^p	r^o	r^m	r^p
types génétiques(*)										
races pures	A	A	A	A						
	B	B	B	B						
F1	AB	$\frac{A+B}{2}$	B	B	ab					
	BA	$\frac{A+B}{2}$	A	A	ab					
3 ou 4 voies	AB.C	$\frac{2c+A+B}{4}$	C	C	$\frac{ac+bc}{2}$		ab	ab/4		
	C.AB	$\frac{2c+A+B}{4}$	$\frac{A+B}{2}$	B	$\frac{ac+bc}{2}$	ab		ab/4		
	AB.CD	$\frac{A+B+C+D}{4}$	$\frac{C+D}{2}$	D	$\frac{ac+bc+ad+bd}{4}$	cd	ab	$\frac{ab+cd}{4}$		
F2	AB.AB	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	B	ab/2	ab/2	ab	ab/2		
F3	AB.AB ²	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	ab/2	ab/2	ab/2	ab/2	ab/2	
	AB ² .AB	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$		ab/2	ab/2	ab	ab/2	ab/2	ab/2
Lignée composite (AB) ⁿ		$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	A+B	ab/2	ab/2	ab/2	ab/2	ab/2

(*) la race du père est mentionnée en premier.

2. MATERIEL ET METHODES.

2.1. Plan d'expérience.

L'expérience comporte 3 étapes successives (figure 1). Dans la première, 25 truies LW et 29 truies MS ont été accouplées au cours de 2 portées successives à des mâles LW et MS, avec changement de la race du verrat entre chaque mise-bas. Quatre types génétiques de portées ont ainsi été produits.

Des reproducteurs mâles et femelles ont ensuite été choisis au hasard à l'intérieur de chacun de ces 4 types génétiques (pour les mâles, les croisements réciproques ont été regroupés ; 3

types génétiques de verrats sont donc considérés). Les femelles ont été saillies au cours de 3 portées successives par chacun de ces types de verrats, avec changement de type génétique à chaque portée. Les effectifs des 12 types génétiques de portées produits dans cette 2ème étape figurent dans le tableau 2.

Dans la 3ème étape, des femelles tirées au hasard dans chacun de ces 12 types génétiques ont été inséminées par des verrats de race Piétrain (PI) en service à la Station Expérimentale d'Insémination Artificielle (86480 ROUILLE). Elles sont gardées jusqu'au sevrage de leur 5e portée. Des descendants femelles et mâles castrés issus de cette 3ème série d'accou-

plements ont ensuite été soumis à un contrôle de croissance avant de faire l'objet d'une évaluation de la qualité de la

carcasse. Les nombres de femelles et de portées produites figurent dans le tableau 3.

FIGURE 1
SCHÉMA GÉNÉRAL DE L'EXPÉRIENCE DE CROISEMENT ENTRE LES RACES PORCINES LARGE WHITE ET MEISHAN

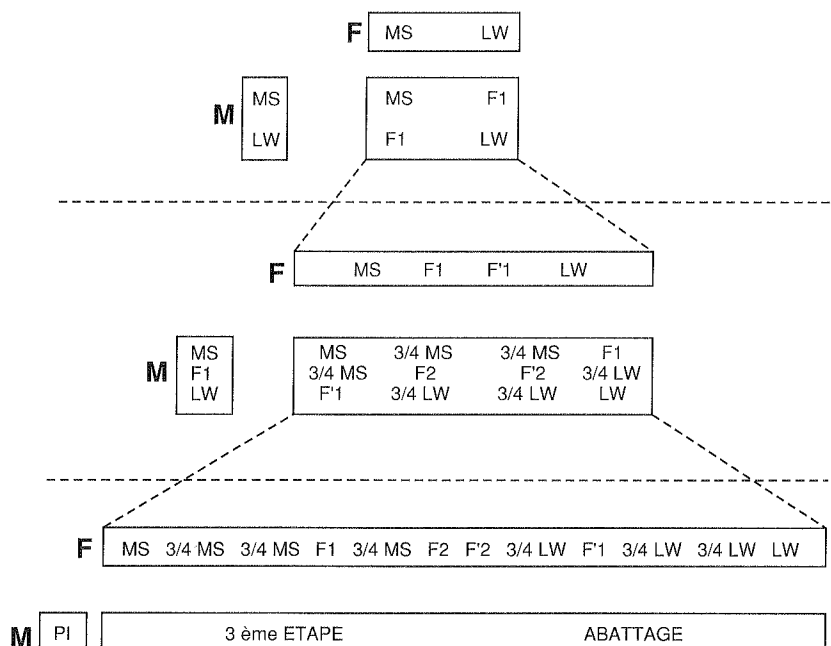


TABLEAU 2
2ème ÉTAPE : RÉPARTITION DES PORTÉES PRODUIES PAR TYPE GÉNÉTIQUE

Type génétique du père (nbre de pères)	Type génétique de la truie (Nombre de truies) (*)			
	MS(45)	LWxMS(26)	MSxLW(24)	LW(22)
MS (21)	44	21	21	11
F1 (12)	23	23	23	17
LW (12)	27	21	24	18

(*) le type génétique du père de la truie est mentionné en premier

TABLEAU 3
3ème ÉTAPE : RÉPARTITION DES FEMELLES ET DES PORTÉES PRODUIES PAR TYPE GÉNÉTIQUE.

Type génétique du père de la truie (Nombre de pères)	Type génétique de la mère de la truie (*) (nombre de mères)			
	MS(26)	LWxMS(22)	MSxLW(22)	LW(18)
MS(14)	58(18)**	47(15)	63(18)	45(16)
F1(12)	40(13)	48(13)	39(13)	19(7)
LW(10)	37(10)	29(8)	45(14)	35(16)

(*) le type génétique du grand-père maternel est mentionné en premier

(**) nombre de portées (nombre de truies).

L'ensemble des portées ont été produites au Domaine pluridisciplinaire I.N.R.A. du Magneraud (17700 SURGERES).

2.2. Conduite d'élevage

Le troupeau de 168 truies est réparti en 7 groupes de 24

animaux de façon à permettre une "conduite en bandes" avec un intervalle de 3 semaines entre chaque série de mises-bas. Les truies sont taries à date fixe, 4 semaines après mise-bas et immédiatement transférées, pour la saillie, dans un bâtiment fermé à proximité des verrats. Elles y séjournent environ 4 semaines, jusqu'à confirmation de la gestation. Elles sont

ensuite menées dans un local adjacent où elle demeurent jusqu'à la dernière semaine de gestation, date à laquelle elles sont conduites en maternité. Un traitement d'induction de la mise-bas est effectué au 112e ou 113e jour de gestation à l'aide d'analogues synthétiques de la prostaglandine F 2α (planate). Un certain nombre d'adoptions sont pratiquées dans les heures suivant la mise-bas. Sauf exception, elles sont faites intra-type génétique.

Toutes les truies reçoivent un même aliment (16% de matières azotées totales et 3100 kcal d'énergie digestible/kg de matière sèche) distribué ad libitum en cours d'allaitement et à raison de 2 à 2,2 kg par jour pour les MS, de 2,2 à 3 kg par jour pour les croisés et de 2,5 à 3 kg par jour pour les LW pendant la gestation. Un complément de fourrage (luzerne ou betteraves) est distribué aux femelles en gestation à raison de 2 à 4 kg chaque jour.

2.3. Modalités des contrôles et variables mesurées.

Sept variables permettant de caractériser la productivité des truies ont été analysées : les nombres de porcelets nés totaux (NT), nés vivants (NV) et sevrés (SEV) par portée, le taux de survie naissance-sevrage (TS), les poids de portée à la naissance (PPN) et à 21 jours (PP21) et le poids d'aliment concentré consommé par la truie en 30 jours de lactation (CAT). Dans la 2e étape, les performances sont affectées à la portée et non à la truie. Dans le cas de la consommation alimentaire des truies, cette affectation quelque peu artificielle vise à étudier l'effet du type génétique de la portée sur la quantité d'aliment consommée par la truie.

2.4. Analyse statistique

Les données de reproduction des 2e et 3e étapes ont été analysées séparément à partir d'un modèle mixte prenant en compte les effets fixés de la bande de mise-bas, du numéro de portée, du type génétique de la truie et soit l'effet fixé du verrat (3e étape), soit ceux du type génétique du verrat et d'interaction type génétique du verrat x type génétique de la truie (2ème étape). Le modèle prend également en compte l'effet aléatoire de la truie intra-type génétique, de moyenne nulle et de

variance supposée connue. Cet effet n'est pas considéré dans l'analyse des taux de survie. Ces modèles ont été adoptés après vérification de l'absence d'interaction entre le numéro de portée et le type génétique de la truie.

Les analyses ont été réalisées à l'aide de la procédure HARVEY du logiciel SAS ("Statistical Analysis System" - SAS INSTITUTE, 1986), à l'exception des taux de survie, pour lesquels une méthode spécifique d'analyse des variables discrètes est utilisé (procédure CATMOD de SAS - SAS INSTITUTE, 1985).

2.5. Estimation des paramètres du croisement

Les paramètres du croisement ont été obtenus à partir des estimations des effets des différents types génétiques selon la procédure décrite notamment par FIMLAND (1983).

La 2ème étape permet d'estimer les effets additifs directs, maternels et grand-maternels, l'hétérosis direct, ainsi que les hétérosis paternel et maternel plus une fraction d'effets directs de perte de recombinaison.

Ces paramètres ne sont pas tous estimables à partir des résultats de la 3e étape, puisque l'ensemble des animaux sont croisés. On peut cependant se ramener à un modèle utilisable en pratique pour la prédiction en reparamétrant le modèle de DICKERSON (BIDANEL, 1988). L'opération consiste à prendre comme base de référence la performance moyenne des animaux croisés LW x PI ; il est alors possible d'estimer à partir des données de la 3e étape un écart en croisement (d) entre les performances des 2 races LW et MS, les effets grand-maternels, l'hétérosis maternel et une partie des effets de perte de recombinaison. Le paramètre d est estimé comme le coefficient de régression des performances sur la proportion de gènes MS chez la mère et représente donc, aux différences d'hétérosis spécifique près, la moitié de la différence entre les performances des races pures. Connaissant ces paramètres, il est possible de prédire les performances moyennes de croisements impliquant les races MS, LW et PI (tableau 4). Si l'on dispose par ailleurs d'estimations des différences d'effets directs, maternels et d'hétérosis directs entre races européennes, il devient possible sous certaines hypothèses (voir BIDANEL, 1988) de généraliser la prédiction à un croisement quelconque utilisant la MS comme composante du type génétique maternel.

TABEAU 4
DECOMPOSITION DES PERFORMANCES MOYENNES DE QUELQUES TYPES GENETIQUES
EN FONCTION DU MODELE REPARAMETRE (1).

Type génétique (2)	Paramètres(3)			
	M	d_{MS-LW}	g_{MS-LW}^n	h^m
PI x LW	1	0	0	0
PI x MS	1	1	1	0
PIx(LWxMS)	1	1/2	1	1
PIx(MSxLW)	1	1/2	0	1
PIxsyn(MS,LW)	1	a	a	2a(1-a)

(1) Les effets de perte de recombinaison épistatique sont supposés négligeables.

(2) LW : Large White MS : Meishan PI : Piétrain - syn : lignée synthétique (a représente la proportion de gènes MS dans cette lignée).

(3) M : performance moyenne d'animaux PIxLW - d_{MS-LW}^n : écart en croisement et différence d'effets grand-maternels entre les races MS et LW. h^m : hétérosis maternel du croisement MS x LW.

3. RESULTATS

3.1. Performances moyennes des différents types génétiques

Afin de ne pas trop alourdir la présentation, nous n'avons fait figurer dans les tableaux de résultats que la valeur des esti-

mées de l'effet du type génétique. L'influence des autres facteurs de variation est présentée de façon détaillée par BIDANEL (1988).

3.1.1. 2ème étape

Dans la 2ème étape, l'interaction entre les types génétiques du

verrat et de la truie est significative ou proche de la signification pour l'ensemble des variables à l'exception de la consommation alimentaire des truies en lactation, indiquant que le mâle et

la femelle contribuent tous deux aux variations de taille et de poids de portée. Les résultats sont donc présentés par type génétique de portée (tableau 5).

TABLEAU 5
2^{ème} ETAPE : MOYENNES DES MOINDRES CARRES POUR LES CARACTERES DE PRODUCTIVITE DES TRUIES

Type génétique de la portée (1)		nbre de portées	Taille de la portée			Taux de survie naissance sevrage (%)	Poids de la portée(kg)		consommation alimentaire de la truie en lactation (kg)
verrat	truie(2)		nés totaux	nés vivants	sevrés		à la nais- sance	à 21 jours	
MS	MS	44	14,3	13,5	12,0	88	13,0	48,6	114
F1		22	13,2	12,9	11,7	90	13,5	48,4	108
LW		27	14,9	14,5	13,0	89	16,0	55,8	114
MS	LWxMS	21	14,0	13,6	13,0	97	17,1	69,4	141
F1		23	16,1	15,1	13,9	92	18,1	73,4	123
LW		21	15,1	14,7	13,4	92	18,1	74,6	129
MS	MSxLW	21	14,6	13,8	12,7	91	16,6	67,2	126
F1		23	16,3	15,8	13,7	85	17,4	73,0	132
LW		24	15,5	15,0	13,6	91	17,8	73,8	133
MS	LW	11	11,4	11,0	10,3	97	14,2	57,4	119
F1		17	12,0	10,0	10,0	95	13,7	53,0	110
LW		16	10,6	9,3	8,2	90	11,4	44,2	125
écarts-types d'échantillonnage			0,5 à 1,0	0,5 à 1,0	0,5 à 0,9	1 à 4	0,5 à 1,0	2,2 à 4,1	5 à 10

(1) LW : Large White MS : Meishan F1 : LWxMS ou MSxLW

(2) La race du père est mentionnée en premier.

Les variations les plus importantes restent cependant liées au type génétique de la femelle. Les truies "F1" sont les plus prolifiques, avec peu de différences entre croisements réciproques. Elles mettent bas environ 1 porcelet par portée de plus que les truies MS (15,3 contre 14,2 nés totaux ; 14,7 contre 13,7 nés vivants) et 4 porcelets par portée de plus que les LW, dont les performances moyennes atteignent 11,4 et 10,3 pour NT et NV respectivement. Les différences restent du même ordre de grandeur au sevrage (13,4 ; 12,2 et 9,4 porcelets/portée pour les truies "F1", MS et LW respectivement). Les poids de portée des femelles "F1" sont également plus élevés en moyenne (17,5 kg à la naissance ; 72,0 kg à 21 jours) que ceux des truies de race pure qui sont eux très voisins (14,0 et 13,0 kg à la naissance ; 50,7 et 50,9 kg à 21 jours pour les truies MS et LW respectivement).

La consommation alimentaire des truies ne dépend quant à elle pratiquement pas du type génétique de la portée, malgré d'importantes différences de gain de poids de la portée de la naissance au sevrage selon le type génétique du vertrat. La seule exception est le contraste significatif observé chez les truies LWxMS accouplées à des verrats MS et "F1" (141±7 kg contre 124±7 kg). En moyenne, les truies "F1" consomment 20 kg d'aliment de plus que les MS, les LW étant intermédiaires.

3.1.2. 3^{ème} étape.

Les performances moyennes des 12 types génétiques de femelles de la 3^{ème} étape sont présentées dans le tableau 6. Comme précédemment, les truies "F1" sont les plus prolifiques

et présentent un avantage sur les MS d'environ 1 porcelet par portée. Par contre, leur supériorité sur les femelles LW est nettement plus faible que dans la 2^{ème} étape : respectivement 2,8 et 2,5 porcelets/portée à la naissance et au sevrage. Les autres types génétiques ont des performances intermédiaires, avec par niveau de prolificité décroissante : les "3/4 MS", proches des truies "F1" (-0,3 à -0,4 porcelet/portée par rapport à ces dernières) ; les femelles "F2" (-1 à -1,4 porcelets/portée en deça des "F1") ; les "3/4 LW" dont les performances ne sont guère supérieures à celles des LW. Il convient également de noter l'écart important entre les performances des femelles issues de truies LWxMS et celles issues de truies MSxLW : de 0,3 à 2,7 porcelets par portée en défaveur de ces dernières.

Le classement des types génétiques pour les poids de portée ne diffère de celui observé pour la prolificité que par la position des truies de race pure : les portées des femelles MS sont plus légères à la naissance et surtout à 21 jours que celles des femelles croisées (-1 à -10 kg) ; les portées des truies LW, les plus légères à la naissance, se situent pour leur part au niveau des "3/4 LW" et "F2" à 21 jours.

Contrairement à la 2^{ème} étape, la consommation alimentaire des truies va en décroissant du LW au MS. Les truies croisées ont en moyenne une consommation assez proche de celle des LW ; -3 à -4 kg pour les "3/4 LW", les "F1" et les "F2", -10 kg pour les "3/4 MS", avec cependant quelques disparités entre types génétiques. Les femelles MS consomment quant à elles près de 30 kg d'aliment en moins que les LW.

TABLEAU 6

3ème ETAPE : MOYENNES DES MOINDRES CARRES POUR LES CARACTERES DE PRODUCTIVITE DES TRUIES.

Type génétique de la truie (1)		nombre de portées	Taille de la portée			Taux de survie naissance sevrage (%)	Poids de la portée (kg)		Consommation alimentaire de la truie en lactation(kg)
			nés totaux	nés vivants	sevrés		à la naissance	à 21 jours	
	MS	58	13,9	13,2	11,9	90	15,0	52,6	121
3/4MS	MSx(LWxMS)	47	15,1	14,2	12,9	91	16,5	64,2	139
	MSx(MSxLW)	63	14,2	13,6	12,6	92	16,3	64,4	144
	F1xMS	40	13,9	13,3	11,8	89	15,2	58,5	138
F1	LWxMS	37	15,1	14,7	13,3	91	17,6	71,8	148
	MSxLW	45	14,2	13,5	12,4	93	17,0	71,7	146
F2	F1x(LWxMS)	48	14,9	14,4	12,8	90	16,5	66,4	146
	F1x(MSxLW)	39	12,6	11,9	10,1	87	15,1	56,1	147
3/LW	LWx(LWxMS)	29	14,2	13,0	11,8	92	15,4	63,8	154
	LWx(MSxLW)	45	11,8	11,2	10,3	93	14,9	60,0	147
	F1xLW	19	12,8	12,2	10,5	90	15,4	56,7	138
	LW	35	12,8	11,4	10,3	90	14,4	60,8	150
écarts-types d'échantillonnage			0,5 à 0,8	0,5 à 0,8	0,5 à 0,8	1 à 4	0,6 à 0,9	2,2 à 3,7	4 à 6

(1) la race du père est mentionnée en premier.

3.2. Paramètres du croisement

Les valeurs des paramètres du croisement obtenues à partir des résultats de la 2ème étape sont présentées dans le tableau 7. Celles estimées à partir des données de la 3ème étape figurent quant à elles dans le tableau 8. Les différences additives entre races pour la prolificité sont essentiellement d'origine maternelle (tableau 7). Ces effets maternels sont en faveur des truies MS et tendent à décroître de la naissance au sevrage (respectivement 3,7 ; 4,2 et 2,8 porcelets/portée pour NT, NV et SEV). Ils sont en conséquence négatifs sur le taux de survie naissance-sevrage (-12%). Les effets directs ne sont jamais significatifs, mais sont relativement mal estimés. Les effets grand-maternels sont beaucoup mieux estimés et ce

d'autant plus que l'on dispose de 2 estimations successives. Ils sont dans l'ensemble faibles et non significatifs, à l'exception du taux de survie naissance sevrage ; les valeurs obtenues en combinant les 2 estimations atteignent respectivement $-0,1 \pm 0,4$; $-0,2 \pm 0,4$ et $0,0 \pm 0,4$ porcelet/portée pour NT, NV et SEV et $2,6 \pm 1,4$ pour TS. Les estimations de l'écart en croisement entre races (d_{MS-LW}) diffèrent notablement selon l'étape (plus d'un porcelet d'écart à la naissance), mais ces différences restent non significatives.

Les différences entre races sont plus faibles et toutes non significatives pour les caractères de productivité pondérale et la consommation alimentaire des truies dans la 2ème étape. Les écarts sont par contre marqués pour cette dernière variable dans la 3ème étape ($d_{MS-LW} = 22 \pm 6$ kg).

TABLEAU 7

PARAMETRES DU CROISEMENT ESTIMES A PARTIR DES RESULTATS DE LA 2ème ETAPE

Paramètre (1)	Taille de la portée			taux de survie naissance-sevrage (%)	Poids de la portée (kg)		consommation alimentaire des truies en lactation (kg)
	nés totaux	nés vivants	sevrés		à la naissance	à 21 jours	
g^o	$-0,7 \pm 0,9$	$-0,7 \pm 0,8$	$-0,1 \pm 0,8$	5 ± 3	$-1,2 \pm 0,9$	$-3,1 \pm 3,6$	-1 ± 8
g^m	$3,7 \pm 0,9$	$4,2 \pm 0,8$	$2,8 \pm 0,8$	-12 ± 3	$1,3 \pm 0,9$	$0,9 \pm 3,5$	-6 ± 7
g^n	$-0,4 \pm 0,5$	$-0,4 \pm 0,5$	$-0,1 \pm 0,5$	4 ± 2	$0,5 \pm 0,5$	$1,0 \pm 2,0$	1 ± 4
h^o	$0,3 \pm 0,6$	$0,9 \pm 0,6$	$1,2 \pm 0,6$	5 ± 2	$2,6 \pm 0,6$	$7,9 \pm 2,5$	-2 ± 5
$h^m + 1/4r^o$	$2,5 \pm 0,4$	$2,6 \pm 0,3$	$2,5 \pm 0,3$	0 ± 1	$3,8 \pm 0,4$	$20,6 \pm 1,5$	16 ± 3
$h^p + 1/4r^o$	$0,5 \pm 0,4$	$0,4 \pm 0,4$	$0,3 \pm 0,3$	-2 ± 1	$0,0 \pm 0,4$	$0,3 \pm 1,5$	-6 ± 3
$d_{MS-LW}(2)$	$3,3 \pm 1,0$	$3,8 \pm 0,9$	$2,7 \pm 0,9$	-9 ± 3	$0,7 \pm 1,0$	$-0,7 \pm 3,9$	-6 ± 3

(1) g^o , g^m , g^n : différences (Meishan - Large White) d'effets direct, maternel et grand-maternel respectivement. h^o , h^m , h^p : hétérosis direct, maternel et paternel. r^o : effet direct de perte de recombinaison épistatique.(2) $d_{MS-LW} = 1/2 g^o + g^m$ sous l'hypothèse $h^o_{MS \times PI} = h^o_{LW \times PI}$

TABEAU 8
PARAMETRES DU CROISEMENT ESTIMES A PARTIR DES RESULTATS DE LA 3EME ETAPE.

Paramètre (1)	Taille de la portée			taux de survie naissance- sevrage (%)	Poids de la portée (kg)		consommation alimentaire des truies en lactation (kg)
	nés totaux	nés vivants	sevrés		à la naissance	à 21 jours	
d_{MS-LW}	2,1±0,8	2,3±0,7	2,2±0,7	0±3	1,4±0,8	-0,8±3,2	-22±6
g_{MS-LW}^n	0,2±0,6	-0,1±0,6	0,1±0,6	1±2	0,5±0,7	3,5±2,8	0±5
h^m	1,3±0,5	1,7±0,5	1,8±0,5	1±1	2,5±0,6	14,9±2,2	10±4
$r^m + 1/4r^o$	-0,36±1,8	1,6±1,8	-2,4±1,7	-10±7	1,1±2,0	-0,5±7,0	1±14

(1) d_{MS-LW} , g_{MS-LW}^n : écart en croisement et différence d'effets grand- maternels entre les races Meishan et Large White.

h^m : hétérosis maternel.

r^o , r^m : effets direct et maternel de perte de recombinaison épistatique

Les effets d'hétérosis direct sont peu élevés pour NT et CAT, mais nettement plus importants pour les autres caractères. Les valeurs obtenues restent non significatives pour NV, mais le deviennent pour les 4 autres variables. Exprimées en écart à la moyenne des races parentales, elles atteignent respectivement 12%, 15%, 21% et 17% pour SEV, TS, PPN et PP21

Les effets d'hétérosis maternels sont hautement significatifs pour l'ensemble des variables à l'exception de TS. Les valeurs obtenues varient de 7% de la moyenne des races parentales (CAT - 3ème étape) à plus de 35% de cette même moyenne (PP21 - 2ème étape). Des différences notables existent entre les valeurs obtenues à partir de chacune des 2 étapes : respectivement 1,2 ; 0,9 et 0,7 porcelet par portée pour NT, NV et SEV, près de 6 kg pour PP21. Les valeurs obtenues en combinant les 2 estimations s'élèvent respectivement à 2,0±0,3 ; 2,3±0,3 et 2,3±0,3 porcelets/portée pour NT, NV et SEV ; 0,5±1% pour TS, 3,4±0,3 et 18,8±1,2 kg pour PPN et PP21, 14±2 kg pour CAT.

Les valeurs d'hétérosis paternel sont dans l'ensemble faibles et non significatives (tableau 7). Les effets de perte de recombinaison restent quand à eux très mal estimés, de telle sorte qu'il est impossible de conclure quant à leur importance réelle.

4. DISCUSSION

Les résultats de la 2ème étape sont de façon générale en accord avec les résultats précédemment obtenus en troupeau expérimental en France (LEGAULT et CARITEZ, 1983 ; LEGAULT et al., 1984) et, pour les truies MS, avec les résultats obtenus en Chine (CHENG, 1983 ; ZHANG et al., 1986). La seule exception concerne la consommation alimentaire des truies, pour laquelle la variabilité entre types génétiques est nettement plus faible que celle rapportée par LEGAULT et CARITEZ (1983). Par ailleurs, les résultats des accouplements de race pure Large White sont quelques peu inférieurs à ceux généralement obtenus en France (BENOIT et al., 1987), notamment pour NT et SEV. Ceci peut avoir conduit à une certaine surestimation des effets d'hétérosis direct et des différences additives directes et maternelles entre races.

Les moindres performances moyennes des femelles de la 3ème étape sont probablement en grande partie dues aux effets conjugués du mode de reproduction (insémination artificielle au lieu de saillie naturelle) et de la race Piétrain sur la

prolificité (-0,2 à -0,3 porcelet/portée par rapport au Large White - SELLIER, 1982). Les truies Large White font à nouveau exception dans cette 3ème étape ; leurs performances sont en effet supérieures de près d'un porcelet aux valeurs précédemment obtenues au Magneraud (LEGAULT et CARITEZ, 1983) et à celles habituellement observées en France, conduisant ainsi à une sous-estimation des différences entre races. L'écart observé entre les performances des femelles issues de truies LWxMS et MSxLW est assez surprenant et n'avait jusqu'à présent jamais été rapporté dans la littérature. Il est cependant encore prématuré de conclure à l'existence d'un effet "grand-maternel" sur la performance de la truie (et non pas de la portée). Malgré son importance, il peut s'agir d'un simple phénomène aléatoire.

L'estimation des paramètres du croisement a abouti à un certain nombre de résultats inhabituels. Le point le plus marquant concerne les valeurs d'hétérosis maternel extrêmement élevées obtenues sur les tailles et les poids de portée. Elles sont en effet de 2 à 4 fois plus importantes que les valeurs habituellement rencontrées dans les croisements entre races européennes ou nord-américaines (de 10 à 36% de la moyenne des races parentales contre 6-10% en moyenne dans la littérature - SELLIER, 1976 ; JOHNSON, 1981 ; BIDANEL, 1988). Les valeurs élevées observées pour le poids de la portée à 21 jours sont de bons indicateurs des excellentes aptitudes laitières des truies "F1" (SALMON LEGAGNEUR, 1958) ; elles expliquent probablement pour une grande part les valeurs d'hétérosis importantes sur la consommation alimentaire des truies en lactation. Des estimations d'hétérosis direct peu communes sont également obtenues pour les poids de portée (23 et 14% contre 5 et 4% en moyenne dans la littérature pour PPN et PP21 respectivement).

Par ailleurs, cette expérience constitue probablement la première tentative d'estimation des effets de perte de recombinaison chez le porc. Elle confirme la difficulté d'une telle tâche : l'obtention de valeurs suffisamment précises demanderait des dispositifs expérimentaux de taille considérable. Cependant, les valeurs observées sont, à l'exception de la survie naissance-sevrage et par conséquent du nombre de porcelets sevrés, peu importantes.

Les autres paramètres génétiques sont plus conformes aux résultats classiquement rencontrés dans la littérature. L'absence d'hétérosis paternel observé dans cette étude semble être un phénomène général, comme l'a récemment montré la

revue bibliographique de BUCHANAN (1987). PANI et al. (1963) ont les premiers rapporté l'existence d'effets grand-maternels significatifs sur la taille de la portée au sevrage. Les autres études réalisées depuis cette date (SMITH et KING, 1964 ; LEGAULT et al., 1975 ; NELSON et ROBISON, 1976 ; JOHNSON et al., 1978) ont toutes abouti à des valeurs non significatives des effets grand-maternels, en accord avec les présents résultats. Bien qu'estimés de façon peu précise, les valeurs d'effets directs et maternels confirment quant à elles le rôle prépondérant joué par la truie dans la détermination de la taille de la portée

5. CONCLUSION

Cette première estimation des paramètres du croisement

entre les races Meishan et Large White permet de reconsidérer un certain nombre de résultats relatifs au déterminisme génétique de la productivité des truies. Elle est en outre d'un intérêt essentiel pour l'étude de stratégies de valorisation en croisement de la race Meishan. Du fait de l'importance des effets d'hétérosis maternels sur la prolificité, son utilisation dans des plans de croisement discontinus constitue a priori la meilleure possibilité d'utilisation à court terme de la Meishan. Toutefois, comme l'ont montré LEGAULT et al. (1985) et GUEBLEZ et al. (1987), l'intérêt économique de ces systèmes dépend également de l'importance de la détérioration des performances de production des produits terminaux croisés chinois. Cette détérioration peut être prédite à partir de la connaissance des paramètres du croisement pour ces caractères. Leur estimation est présentée dans le second article de cette étude (BIDANEL et al., 1989).

BIBLIOGRAPHIE

- BADOUARD B., SALAUN Y., 1987. *Techni-Porc*, **10** (1), 23-29.
- BENOIT C., FLEHO J.Y., LETIRAN M.H., RUNAVOT J.P., 1987. *Techni-Porc*, **10**, 17-23.
- BIDANEL J.P., 1988. Thèse de Docteur-Ingénieur, Institut National Agronomique Paris-Grignon, 194p.
- BIDANEL J.P., CARITEZ J.C., FLEURY J., GRUAND J., LEGAULT C., 1989. *Journées Rech. Porcine en France*, **21**, 353-360.
- BUCHANAN D.S., 1987. *J. Anim. Sci.*, **65**, 117-127.
- CHENG P.L., 1983. *Pig News & Information*, **4**, 407-425.
- DICKERSON G.E., 1969. *Anim. Breed. Abstr.*, **37**, 191-202.
- DICKERSON G.E., 1973. In : *Proc. Anim. Breed. Genet. Symp. in honor of Dr J. LUSH*, Blacksburg, Virginia, 54-77. *Am. Soc. Anim. Sci. and Am. Dairy Sci. Assoc.*
- ELSEN J.M., MOCQUOT J.C., 1974. *Bull. Tech. Dép. Génét. Anim.*, n°17, 30-54, INRA Versailles.
- FIMLAND E., 1983. *Z. Tierzüchtg. Züchtgsbiol.*, **100**, 3-8.
- GUEBLEZ R., BRUEL L., LEGAULT C., 1987. *Journées Rech. Porcine en France*, **19**, 25-32.
- HILL W.G., 1974. *Anim. Prod.*, **18**, 117-140.
- JOHNSON R.K., 1981. *J. Anim. Sci.*, **52**, 906-923.
- JOHNSON R.K., OMTVEDT I.T., WALTERS L.E., 1978. *J. Anim. Sci.*, **46**, 69-82.
- LEGAULT C., CARITEZ J.C., 1982. *Journées Rech. Porcine en France*, **14**, 127-135.
- LEGAULT C., CARITEZ J.C., 1983. *Génét. Sél. Evol.*, **15**, 226-240.
- LEGAULT C., DAGORN J., TASTU D., 1975. *Journées Rech. Porcine en France*, **7**, XLIII-LI.
- LEGAULT C., CARITEZ J.C., GRUAND J., BIDANEL J.P., 1984. *Journées Rech. Porcine en France*, **16**, 481-494.
- LEGAULT C., SELLIER P., CARITEZ J.C., DANDO P., GRUAND J., 1985. *Génét. Sél. Evol.*, **17**, 133-152.
- NELSON R.E., ROBISON O.W., 1976. *J. Anim. Sci.*, **42**, 1150-1157.
- OLLIVIER L., 1981. *Eléments de génétique quantitative*. Masson Ed., Paris. 152p.
- PANI S.N., DAY B.N., TRIBBLE L.F., LASLEY J.F., 1963. *Res. bull. Mo. Agric. Exp. Sta.*, n°830, 19pp. (In : *Anim. Breed. Abstr.*, 1964, **32**, 199-200).
- SALMON-LEGAGNEUR E., 1958. *Ann. Zootech.*, **5**, 95-110.
- SAS Institute Inc., 1985. CARY N.C : SAS Institute Inc., 956 pp.
- SAS Institute INC, 1986. CARY, N.C. : SAS Institute Inc., 662 pp.
- SELLIER P., 1976. *Livest. prod. Sci.*, **3**, 203-226.
- SELLIER P., 1982. *Journées Rech. Porcine en France*, **14**, 159-182.
- SMITH C., KING J.W.B., 1964. *Anim. Prod.*, **6**, 265-272.
- TESS M.W., BENNETT G.L., DICKERSON G.E., 1983. *J. Anim. Sci.*, **56**, 354-368.
- ZHANG W.C., REMPLE W.E., ZHANG Z.G., 1986. In : *3rd World congress on genetics applied to livestock production*, Lincoln, Nebraska, **X**, 75-81.

ETUDE DE STRATÉGIES DE VALORISATION EN CROISEMENT DE LA RACE PORCINE MEISHAN.

2 - Estimation des paramètres du croisement pour les caractères de production

J.P. BIDANEL (1), J.C. CARITEZ (2), J. FLEURY (3), J. GRUAND (4), C. LEGAULT (1).

Institut National de la Recherche Agronomique.

(1) Station de Génétique quantitative et appliquée 78350 JOUY-EN-JOSAS.

(2) Domaine pluridisciplinaire du Magneraud - 17700 SURGÈRES

(3) Domaine de Galle - 18520 AVORD.

(4) Station expérimentale de Sélection porcine - 86480 ROUILLE.

INTRODUCTION

Les performances moyennes des différents types génétiques produits dans un système de croisement peuvent être prédites de façon assez simple moyennant la connaissance d'un nombre réduit de paramètres couramment appelés "paramètres du croisement" : effets additifs directs, maternels et grand-maternels, effets d'hétérosis direct, maternel et paternel, effets de perte de recombinaison épistatique (DICKERSON, 1969 ; 1973). Afin de pouvoir étudier et comparer différentes stratégies de valorisation en croisement de la race porcine chinoise Meishan, l'INRA a mis en place une expérimentation visant à estimer les paramètres du croisement entre la lignée Meishan du Domaine pluridisciplinaire du Magneraud (17700 Surgères) et le Large White, race maternelle la plus répandue à l'heure actuelle en France. Les principaux résultats de cette expérience pour les caractères de productivité des truies ont été présentés dans la première partie de cette étude (BIDANEL et al., 1989a). Ce 2ème article présente les paramètres du croisement Meishan x Large White pour les caractères de croissance, de carcasse et de qualité de la viande.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES.

1.1. Matériel animal.

Le schéma général du dispositif de l'expérience de croisement Meishan x Large White est détaillé par BIDANEL et al. (1989a). Elle comporte 3 étapes. Dans la première, des truies Large White (LW) et Meishan (MS) ont été saillies par des verrats de ces 2 mêmes races. Des reproducteurs des 2 sexes issus des 4 types génétiques de portées ainsi produites (LW, LWxMS, MSxLW, MS ; 4 types de truies et 3 types de verrats sont considérés, les croisements réciproques étant regroupés dans le sexe mâle) ont ensuite été accouplés, aboutissant à la production de 12 types génétiques différents. Dans la troisième étape, des femelles de chacun de ces 12 types génétiques ont été inséminées par des verrats de race Piétrain (PI). Leur descendance a ensuite été soumise à un contrôle de croissance avant d'être abattue vers 100 kg pour une éva-

luation de la qualité de la carcasse et de la viande. Un mâle castré et dans la mesure du possible 4 femelles ont été contrôlés par portée.

Les résultats présentés dans cet article concernent 2 ensembles de données :

- l'un relatif à la croissance des 12 types génétiques de porcelets, puis de cochettes, issus de la 2ème étape. Les effectifs contrôlés par type génétique figurent dans le tableau 1.
- le second porte sur les performances de croissance, de carcasse et de qualité de la viande de 1199 animaux appartenant à chacun des 12 types génétiques de produits terminaux croisés PI issus de la 3ème étape. La répartition des animaux contrôlés par type génétique figure dans le tableau 2.

Les porcelets et les cochettes de la 2ème étape ont tous été élevés au Domaine pluridisciplinaire I.N.R.A. du Magneraud (17700 Surgères). Par contre, les contrôles des produits terminaux croisés PI se sont déroulés dans 3 troupeaux expérimentaux de l'I.N.R.A. différents : au Magneraud, au Domaine expérimental de Galle (18520 Avord) et à la Station expérimentale de Sélection porcine (86480 Rouillé).

1.2. Conduite d'élevage.

Au sevrage, les porcelets sont conduits dans une cellule de post-sevrage où ils séjournent par loge d'une trentaine d'animaux jusqu'à leur transfert dans les différents lieux d'engraissement vers 10 semaines d'âge à un poids d'environ 25kg. De l'âge de 5 jours jusqu'à cette mise en lots, 3 aliments du commerce sont mis librement et successivement à la disposition des porcelets.

En engraissement, les animaux sont répartis en loges de 8 à 10 porcs. Dans la 3ème étape, chaque loge ne contient sauf exception qu'un seul type génétique, mais avec mélange des sexes. Par contre, des types génétiques différents cohabitent de façon quasi-systématique dans les loges d'engraissement

des femelles issues de la 2ème étape.

Pendant le contrôle de croissance, les animaux sont alimentés à volonté (nourrisseur automatique) avec un aliment à 16,5% de matières azotées totales et 3200 kcal d'énergie digestible par kg de matière sèche. Les bâtiments sont fermés, isolés et non chauffés au Magneraud, alors qu'ils sont semi-ouverts dans les 2 autres élevages.

1.3. Modalités des contrôles et variables mesurées.

Les porcelets de la 2ème étape ont tous été pesés individuellement à la naissance et à 21 jours. Le contrôle de la croissance des cochettes a été réalisé entre 10 semaines (73 jours en moyenne) et 22 semaines (154 jours en moyenne). Elles ont été pesées en début et en fin d'engraissement. Sept variables ont été analysées pour cette 2ème étape : les poids à la naissance (PN), à 21,73 et 154 jours (P21, P73 et P154 respectivement) ; les gains moyens quotidiens entre 0 et 21 jours (GMQ 0-21) entre 21 et 73 jours (GMQ 21-73) et entre 73 et 154 jours (GMQ 73-154).

Les animaux croisés PI ont eux été contrôlés entre 25 et 100 kg. Ils ont été pesés vers 25 kg et le jour de l'abattage, après une mise à jeun de 24 heures. La consommation d'aliment a été contrôlée par loge et par conséquent par type génétique.

Le lendemain de l'abattage, il a été procédé à la pesée de la carcasse entière (avec tête, pieds et panne), à la mesure de la longueur de carcasse (entre l'atlas et le bord antérieur de la symphyse pubienne), à la mesure de l'épaisseur de lard au niveau de la dernière vertèbre lombaire ("rein"), de la dernière vertèbre dorsale ("dos") et de la dernière vertèbre cervicale ("cou"), ainsi qu'à la découpe parisienne normalisée d'une demi-carcasse (OLLIVIER, 1970). Elle permet d'obtenir une estimation de la teneur en muscle de la carcasse à partir de l'équation établie par POMMERET et NAVEAU (1979):

$$Y = -0,75 + 0,80J + 1,06L + 0,48Po - 0,50B - 0,66Pa$$

où J, L, Po, B et Pa sont respectivement les pourcentages de jambon, de longe, de poitrine, de bardière et de panne dans la demi-carcasse sans tête soumise à découpe. Il a également été procédé à des mesures de qualité de la viande (pH ultime, réflectance, temps d'imbibition) sur différents muscles. Un indice de qualité de la viande (IQV) conçu comme un prédicteur du rendement technologique de la fabrication du jambon de Paris ($R=0,72$) est calculé à partir de ces mesures (JACQUET et al., 1984) :

$$IQV = 53,63 + 0,1734 IMB + 5,9019 PHU - 0,0092 REF$$

où IMB est le temps d'imbibition du long vaste (en dizaines de secondes), PHU le pH ultime de l'adducteur et REF la réflectance du long vaste (échelle 0-1000). La liste complète des variables considérées dans cette étude figure dans le tableau 3.

1.4. Analyse statistique.

Les données de croissance des porcelets et des cochettes de la 2ème étape ont été décrites par un modèle mixte prenant en compte les effets fixés de la bande d'engraissement, de la loge intra-bande, du type génétique, du sexe et de l'interaction type génétique x sexe (pour les porcelets) l'effet aléatoire de la portée de naissance intra bande et type génétique et les régressions linéaires sur l'âge en fin de contrôle et sur le coefficient de consanguinité individuel.

Pour les variables de croissance, d'engraissement, de composition corporelle et de qualité de la viande des animaux de la 3ème étape, le modèle d'analyse prend en compte les effets fixés de l'élevage, de la bande d'engraissement intra-élevage ou de la date d'abattage pour les variables de qualité de la viande, du type génétique, du père, du sexe, les interactions type génétique x élevage et type génétique x sexe, ainsi que la covariable poids en début de contrôle (pour le gain moyen quotidien (GMQ) et l'indice de consommation (IC) ou poids en fin de contrôle (pour les autres variables à l'exception de l'âge à l'abattage qui est corrigé de façon préalable à partir des équations présentées par PETIT et GODET (1984)). Les analyses ont été réalisées à l'aide des procédures "GLM" et "HARVEY" du logiciel SAS ("Statistical Analysis System" - SAS INSTITUTE, 1985 ; 1986).

Les paramètres du croisement sont estimés selon les mêmes modalités que pour les caractères de reproduction (BIDANEL et al., 1989a). Compte tenu de l'absence de contrôle de la consommation alimentaire et d'évaluation de la qualité de la carcasse au cours de la 2ème étape de l'expérience, seules les différences en croisement entre races - qui est défini par BIDANEL et al. (1989a) comme le coefficient de régression des performances sur la proportion de gènes MS chez la mère - et les effets grands maternels d'hétérosis maternel et de perte de recombinaison épistatique sont estimables pour les variables correspondant à ces mesures.

2. RÉSULTATS.

2.1. Performances moyennes des différents types génétiques.

De la même façon que pour les caractères de reproduction (BIDANEL et al., 1989a), nous ne présenterons que les résultats relatifs aux effets des différents types génétiques. On pourra consulter BIDANEL (1988) et BIDANEL et al. (1989b) pour une présentation détaillée des autres facteurs de variation.

2.1.1. 2ème étape.

Les performances de croissance des porcelets et des cochettes de la 2ème étape sont présentées dans le tableau 1. Les poids à la naissance se répartissent en 2 catégories : l'une comprend les descendants de femelles MS (MS, F1xMS et LWxMS), auxquels s'ajoutent les F1x(LWxMS), avec un poids à la naissance compris entre 1,02 et 1,13 kg ; l'autre contient les 8 autres types génétiques, avec des performances comprises entre 1,21 et 1,33 kg. Les descendants de femelles MS ont une croissance nettement plus faible (près de 50g/j) pendant la période d'allaitement que les 9 autres types génétiques qui sont relativement homogènes (191 à 211 g/j). Cette croissance réduite se traduit par un handicap de poids de plus d'1 kg à 21 jours.

En post-sevrage, seuls les animaux purs MS conservent une croissance nettement réduite. Les F1xMS et surtout les LWxMS ont en effet un GMQ proche de celui des autres types génétiques. Des différences commencent à apparaître entre ceux-ci, les performances des "3/4 LW" étant en moyenne supérieures d'environ 15g/j. à celles des "1/2 MS" et de 40g/j. à celles des "3/4 MS" et des LW. Cette hiérarchie se retrouve au niveau du poids à 73 jours. L'avantage des "3/4 LW" est de l'ordre d'1,3 kg sur les "1/2 MS", de près de 3 kg sur les LW et les "3/4 MS" et de 7 kg sur les MS.

TABLEAU 1
MOYENNES DES MOINDRES CARRÉS POUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE
DES PORCELETS ET DES COCHETTES DE LA 2ème ÉTAPE.

Type (*) génétique	Nombre d'ani- maux	Poids naissan- ce (kg)	Nombre d'ani- maux	GMQ (0-21j) (g/j)	Poids à 21 j. (kg)	Nombre d'ani- maux	GMQ (21-73j) (g/j)	Poids à 73 j. (kg)	GMQ (73-154j) (g/j)	Poids à 154 j. kg
MS	639	1,02	593	146	4,11	96	348	22,5	513	65,2
3/4MS	MSx(LWxMS)	287	1,29	278	193	31	408	27,1	678	83,2
	MSx(MSxLW)	300	1,22	286	192	25	405	26,8	642	80,0
	F1xMS	318	1,07	211	143	17	396	25,5	510	67,4
F1	LWxMS	376	1,10	343	144	48	447	28,3	781	92,5
	MSxLW	119	1,33	116	198	29	423	28,2	786	95,4
F2	F1x(LWxMS)	326	1,13	295	195	33	419	28,0	707	85,7
	F1x(MSxLW)	363	1,22	338	196	31	422	28,0	732	88,1
3/4LW	LWx(LWxMS)	305	1,29	289	211	64	442	29,7	788	94,4
	LWx(MSxLW)	335	1,21	318	196	36	440	29,8	800	94,6
	F1xLW	176	1,31	170	189	34	441	28,7	732	88,7
LW		187	1,26	164	191	42	398	26,8	735	86,6
écarts-types d'échantillonnage		0,03 à 0,05		5 à 10	0,12 à 0,23		9 à 17	0,5 à 1,0	22 à 46	2,0 à 4,3

(*) la race du père est mentionnée en premier. LW : Large White MS : Meishan F1 : LWxMS ou MSxLW.

Les différences se creusent pendant la période d'engraissement. De façon assez surprenante, les F1xMS ont à nouveau une croissance comparable à celle du MS et inférieure de près de 150g/j à celle des autres "3/4 MS". Les GMQ les plus importants sont le fait des animaux "F1" et "3/4 LW" de mère croisée. Les animaux "F2", F1xLW et LW ont des croissances assez comparables, entre 50 et 60 g/j en deçà des types génétiques les plus performants. Les "3/4 MS" de mère croisée présentent quant à eux un désavantage d'environ 100g/j par rapport aux "F2" et "3/4 LW". Cette même hiérarchie se retrouve au niveau du poids à 154 jours, avec un écart de plus de 30 kg entre types génétiques extrêmes.

2.1.2. 3ème étape.

A l'exception d'1 variable de qualité de la viande (le temps d'imbibition du long vaste), l'effet du type génétique est significatif pour l'ensemble des caractères considérés. Les estimées relatives à cet effet figurent dans le tableau 2. Cette présentation apparaît dans l'ensemble appropriée dans la mesure où, pour la plupart des caractères, il n'y a pas d'interaction significative entre le type génétique et l'élevage ou le sexe. Les seules exceptions concernent le rendement de carcasse avec tête (interaction type génétique x sexe significative), l'indice de consommation et le pourcentage de muscle estimé selon la formule de POMMERET et NAVEAU (1979) (interaction type génétique x élevage significative).

Les 12 types génétiques peuvent être regroupés en 5 classes en fonction du pourcentage de gènes MS : 0, 1/8, 1/4 ; 3/8 ou 1/2 MS. De façon générale, les performances ne diffèrent pas de façon significative à l'intérieur de chacune de ces classes. Par souci de simplicité, nous présenterons et commenterons à chaque fois que possible les résultats moyens pour chacune d'entre elles et non par type génétique. Des exceptions notables existent néanmoins, notamment pour les performances

de croissance et celles de la descendance des truies issues de croisements en retour, selon que ceux-ci sont d'origine paternelle (père croisé) ou maternelle (mère croisée).

Les performances de croissance sont dans l'ensemble relativement bonnes, puisque l'âge moyen à 100 kg est de 178 jours, avec une amplitude de variation de 5 jours seulement entre valeurs extrêmes ; pour le GMQ, cette amplitude est d'environ 35g/j entre classes extrêmes (PlxLW d'une part, PlxMS et "3/8 MS" d'autre part). Des différences significatives existent cependant entre types génétiques chez les "F2" (47 ± 14 g/j pour le GMQ et $4,0 \pm 1,5$ jours pour l'âge à 100 kg) et les "1/8" et "3/8 MS" (respectivement 36 ± 16 g/j et 44 ± 14 g/j).

Les différences entre classes sont plus marquées sur le plan de l'efficacité alimentaire. L'indice de consommation (IC) est augmenté de 0,12 à 0,19 point chez les "3/8 MS" et les PlxMS par rapport au PlxLW ; chez les "1/4 MS", l'accroissement atteint 0,07 point d'IC. Les "1/8 MS" ont par contre des performances comparables à celles des PlxLW (3,00 contre 3,01 points d'IC en moyenne).

Les performances de carcasse vont toutes en s'améliorant lorsque le pourcentage de gènes MS décroît. Les différences sont particulièrement nettes pour les caractères d'adiposité de la carcasse et de composition corporelle. L'épaisseur moyenne de lard dorsal diminue de plus de 5 mm entre valeurs extrêmes. Le rapport longe/bardière passe de 2,32 chez les PlxMS à 3,66 chez les PlxLW. La teneur en muscle augmente de 7,6 points (mesure au Fat-o-meter) et 7,5 points (estimation d'après les résultats de la découpe parisienne normalisée) du PlxMS au PlxLW. Un écart important (près de 2 points de pourcentage) entre les 2 estimations, en faveur de la valeur "Fat-o-meter", est à noter. Pour les autres caractéristiques de carcasse (rendement avec tête et longueur), les différences se situent dans des fourchettes respectives de 1,5 à 2 points de pourcentage et de 20 à 25 mm.

TABLEAU 2

MOYENNES DES MOINDRES CARRÉS POUR LES CARACTÈRES DE PRODUCTION DES PRODUITS TERMINAUX DE LA 3^{ème} ÉTAPE.

Type génétique de la mère (1)			3/4 MS			F1		F2		3/4 LW				écarts types d'échantillonnage
variable	test (2)	MS	MSx	MS				F1	F1	LW	LW			
			LWxMS	MSxLW	F1xMS	LWxMS	MSxLW	LWxMS	MSxLW	LWxMS	MSxLW	F1xLW	LW	
Effectifs		96	102	170	85	127	75	106	88	78	112	59	101	
GMQ en engraissement (g/j)	***	728	729	744	700	729	694	718	765	771	737	735	763	8 à 12
Age à 100 kg (j)	*	180	179	178	179	179	179	179	175	178	177	178	176	0,9 à 1,2
Indice de consommation	***	3,20	3,19	3,13	3,19	3,06	3,10	3,08	3,08	2,99	2,96	3,07	3,01	0,05 à 0,06
Rendement (%) de carcasse avec tête	***	79,8	80,2	80,0	81,0	81,2	80,7	80,5	80,5	80,7	81,2	81,6	81,3	0,2 à 0,3
Longueur de carcasse (mm)		918	917	921	913	919	929	919	926	932	927	935	937	4 à 5
Epaisseur moy. de lard dorsal (mm)	***	30,7	30,2	30,5	30,9	28,7	27,2	27,6	28,5	26,6	26,5	27,8	25,5	0,5 à 0,7
% de F.O.M. muscle	***	47,8	49,3	48,4	49,8	51,6	51,4	51,1	51,6	52,6	53,3	52,3	55,4	0,3 à 0,5
estimé D.P.N.	***	46,3	48,2	47,5	48,2	49,8	50,3	50,6	49,8	52,2	51,9	51,2	53,8	0,3 à 0,4
Longe/bardière	***	2,32	2,66	2,50	2,55	2,92	2,96	3,04	2,81	3,33	3,23	3,14	3,66	0,7 à 0,1
pH	Add.	5,93	5,90	5,90	5,83	5,89	5,84	5,80	5,85	5,83	5,85	5,83	5,88	0,03 à 0,04
	LD	5,69	5,66	5,65	5,65	5,61	5,64	5,59	5,64	5,68	5,65	5,58	5,60	0,02 à 0,03
Temps d'imbibition du long vaste (diz.de sec.)	NS	11,8	12,7	11,5	12,5	11,6	11,2	12,4	11,7	12,6	12,7	11,1	11,3	0,6 à 0,9
Réflectance du long vaste	***	336	325	331	333	340	343	331	316	341	333	343	358	5 à 7
Indice de qualité de la viande	**	86,9	87,1	86,8	86,2	86,3	86,0	86,0	86,5	85,8	86,4	85,7	86,2	0,2 à 0,4

(1) le type génétique du père de la truie est mentionné en premier - LW : Large White MS : Meishan F1 : LWxMS ou MSxLW

(2) niveau de signification du test de l'effet du type génétique - NS : non significatif * : P<0,05 ** : P<0,01 *** : P<0,001

L'effet du type génétique est moins marqué pour les caractères de qualité de la viande mais augmente dans tous les cas avec le pourcentage de gènes MS. Il est non significatif sur le temps d'imbibition du long vaste. Par contre, l'apport de gènes MS améliore de manière significative la couleur, le pH (adducteur et long dorsal) et globalement l'indice de qualité de la viande,

qui augmente de 0,7 point lorsque l'on passe du PlxLW au PlxMS. Les contrastes entre "1/4 MS" et "1/8 MS" d'une part, PlxLW d'autre part, ne sont cependant significatifs que pour la réflectance du long vaste.

2.2. Paramètres du croisement.

TABLEAU 3

PARAMÈTRES DU CROISEMENT POUR LES CARACTÈRES DE CROISSANCE DES PORCELETS ET DES FEMELLES DE LA 2^{ème} ÉTAPE.

Paramètre (*)	Poids à la naissance (kg)	GMQ (0-21j) (g/j)	Poids à 21j (kg)	GMQ (21-73j) (g/j)	Poids à 73 j (kg)	GMQ (73-154j) (g/j)	Poids à 154 j (kg)
g°	0,00 ± 0,05	-8 ± 9	-0,20 ± 0,22	-85 ± 16	-4,3 ± 1,0	-218 ± 37	-20,5 ± 3,5
g ^m	-0,26 ± 0,05	-47 ± 5	-1,24 ± 0,22	3 ± 19	-0,7 ± 1,1	-69 ± 38	-7,5 ± 3,5
g ⁿ	0,02 ± 0,03	5 ± 5	0,12 ± 0,12	0 ± 11	0,4 ± 0,6	4 ± 21	-0,6 ± 2,0
h°	0,02 ± 0,03	-2 ± 7	0,03 ± 0,16	51 ± 12	3,7 ± 0,7	134 ± 33	16,0 ± 3,1
h ^m +1/4r°	0,05 ± 0,02	27 ± 4	0,65 ± 0,09	6 ± 7	1,3 ± 0,4	52 ± 16	5,1 ± 1,5
h ^p +1/4r°	-0,03 ± 0,02	-2 ± 4	-0,09 ± 0,09	-0 ± 7	0,2 ± 0,4	-49 ± 16	-4,5 ± 1,5

(*) : g°, g^m, gⁿ : différences (Meishan-Large White) d'effets directs, maternels et grand-maternels respectivement.h°, h^m, h^p : hétérosis direct, maternel et paternel respectivement.

r° : effet direct de perte de recombinaison épistatique.

2.2.1. 2ème étape

Les valeurs des paramètres du croisement pour les caractères de croissance des animaux de la 2ème étape sont présentées dans le tableau 3.

Le déterminisme génétique de la croissance avant sevrage est essentiellement d'origine maternelle, les effets directs (aussi bien les effets additifs que ceux d'hétérosis) étant faibles et non significatifs. Les effets d'hétérosis maternels sont eux significatifs et augmentent de façon importante de la naissance au sevrage (4% de la moyenne parentale à la naissance, 16 et 14% pour le GMQ (0-21) et le poids à 21 jours respectivement). Après le sevrage, l'influence des effets maternels diminue et les effets directs deviennent prépondérants. Ils expliquent entre 70 et 95% des différences additives entre races contre

moins de 15% avant le sevrage. Les effets d'hétérosis direct, négligeables à la naissance et à 21 jours, s'élèvent à 15% de la moyenne parentale au cours de la période 21-73 jours et à 21% entre 73 et 154 jours. Les effets additifs et d'hétérosis maternels, très faibles en post-sevrage sont néanmoins significatifs en engraissement.

Les effets grand-maternels sont tous faibles et non significatifs. Par contre, des valeurs d'hétérosis paternel significatives sont obtenues sur le GMQ entre 73 et 154 jours (-49 ± 16 g/j.) et le poids à 154 jours ($-4,5 \pm 1,5$ kg).

2.2.2. 3ème étape.

Les estimées des paramètres du croisement obtenues à partir des résultats de la 3ème étape figurent dans le tableau 4.

TABLEAU 4
PARAMÈTRES DU CROISEMENT ESTIMÉS À PARTIR DES RÉSULTATS DE LA 3ème ÉTAPE.

Paramètre	variable (1)	d_{MS-LW}	g_{MS-LW}^n	h^m	$r^m + 1/4r^o$
GMQ en engraissement (g/j)		-43 ± 14	-10 ± 12	-31 ± 10	23 ± 18
Age à 100 kg (j)		$3,0 \pm 1,5$	$-0,3 \pm 1,2$	$1,1 \pm 1,0$	$-2,5 \pm 1,8$
Indice de consommation		$0,30 \pm 0,07$	$0,06 \pm 0,06$	$-0,02 \pm 0,05$	$-0,03 \pm 0,09$
Rendement de carcasse avec tête (%)		$-1,9 \pm 0,4$	$-0,5 \pm 0,3$	$0,4 \pm 0,3$	$-0,4 \pm 0,5$
Longueur de carcasse (cm)		-15 ± 6	9 ± 5	-2 ± 4	$-6,2 \pm 7,9$
Épaisseur moyenne de lard dorsal		$5,9 \pm 0,8$	$-0,3 \pm 0,7$	$-0,1 \pm 0,6$	$0,4 \pm 1,0$
% de muscle	F.O.M.	$-8,4 \pm 0,6$	$-0,9 \pm 0,5$	$-0,2 \pm 0,4$	$-0,7 \pm 0,7$
estimé	D.P.N.	$-7,9 \pm 0,5$	$-0,2 \pm 0,4$	$-0,1 \pm 0,3$	$0,2 \pm 0,6$
Longe/bardière		$-1,37 \pm 0,42$	$-0,03 \pm 0,10$	$-0,05 \pm 0,09$	$-0,03 \pm 0,15$
pH	Adducteur	$0,07 \pm 0,05$	$0,00 \pm 0,04$	$-0,03 \pm 0,04$	$-0,12 \pm 0,06$
	Long dorsal	$0,05 \pm 0,04$	$-0,01 \pm 0,04$	$-0,02 \pm 0,03$	$-0,02 \pm 0,05$
Temps d'imbibition du long vaste (diz. de secondes)		$0,5 \pm 1,1$	$-1,0 \pm 0,9$	$-0,3 \pm 0,8$	$1,5 \pm 1,4$
Réflectance du long vaste		-18 ± 9	3 ± 7	-3 ± 6	-42 ± 11
Indice de qualité de la viande		$1,1 \pm 0,4$	$0,1 \pm 0,3$	$-0,3 \pm 0,3$	$-0,2 \pm 0,5$

(1) d_{MS-LW} , g_{MS-LW}^n écart en croisement et différence d'effets grand-maternels entre les races Meishan et Large White.
 h^m hétérosis maternel
 r^o , r^m effets direct et maternel de perte de recombinaison épistatique.

L'écart en croisement entre races est significatif pour l'ensemble des caractères de croissance, d'engraissement et de composition corporelle et va dans le sens d'une amélioration des performances avec l'augmentation du pourcentage de gènes LW. Les valeurs les plus importantes (relativement à la variabilité intra-race des caractères) concernent l'efficacité alimentaire ($0,30 \pm 0,07$ point d'IC) et les variables d'adiposité et de composition corporelle ($+5,9 \pm 0,8$ mm d'épaisseur moyenne de lard dorsal ; $-7,9 \pm 0,5$ et $-8,4 \pm 0,6$ points de pourcentage pour les 2 estimations de la teneur en muscle de la carcasse). Les valeurs de d_{MS-LW} sont par contre toutes favorables au MS pour les caractères de qualité de la viande. L'indice de qualité de la viande (IQV) augmente de plus d'un point ($1,1 \pm 0,4$) lorsque l'on passe de 0 à 100% de gènes MS chez la mère. Cependant, d_{MS-LW} n'est significatif que pour l'une des 3 variables entrant dans l'IQV, la réflectance du long vaste (18 ± 9 points). Les différences de temps d'imbibition sont faibles ($0,5 \pm 1,1$). Elles sont par contre non négligeables pour les pH ultimes de la viande (respectivement $0,07 \pm 0,05$ et $0,05 \pm 0,04$ pour l'adducteur et le long dorsal), mais restent non significatives.

Les effets grand maternels sont comme dans la 2ème étape

faibles et non significatifs pour l'ensemble des caractères considérés. Les valeurs d'hétérosis maternel le sont également, à l'exception du GMQ en engraissement, pour lequel une valeur de signe contraire à celle estimée en 2ème étape est obtenue (-31 ± 10 g/j. contre 52 ± 16 g/j.). Les effets de perte de recombinaison épistatique, moins bien estimés, ne sont significatifs que pour la réflectance du long vaste, pour laquelle une valeur étonnamment élevée (-42 ± 11 points) est obtenue.

3. DISCUSSION

Les différents résultats présentés dans cet article confirment tout à fait l'important désavantage de la race MS et des animaux croisés MS pour l'ensemble des caractères de production à l'exception de ceux de qualité de la viande. En matière de croissance, le désavantage des porcelets MS est apparent dès la naissance et ne cesse de s'amplifier par la suite. Les valeurs de poids à la naissance des porcelets MS sont toutefois nettement supérieures aux premières estimations rapportées par LEGAULT et al. (1982) - 1,02kg contre 0,88 kg-. Les performances obtenues à 21 jours, puis au cours du contrôle de croissance sont plus conformes aux premières estimations.

L'accroissement du désavantage relatif des femelles MS sur leurs homologues LW au cours de la croissance (le GMQ des MS est inférieur de 13% à celui des LW au cours de la période 21-73 jours ; de 30% entre 73 et 154 jours) traduit parfaitement les différences de précocité entre les 2 races ; la croissance des MS, relativement rapide en début d'engraissement, diminue fortement par la suite, le point d'inflexion de leur courbe de croissance se situant au voisinage de la maturité sexuelle, entre 80 et 100 jours d'âge (LEGAULT et CARITEZ, 1983), contre environ 6 mois d'âge chez les LW (DELPECH et LEFAUCHEUR, 1986).

En croisement, les choses vont différemment, puisque les femelles "F1" ont une croissance supérieure à celle des LW et que le désavantage des animaux MSxPI sur leurs homologues LWxPI n'est que de 35 g/j.. Ces résultats sont le reflet des excellentes aptitudes à la combinaison de la MS, qui se traduisent par des valeurs d'hétérosis direct sur la croissance extrêmement élevées : les estimées obtenues pour le GMQ entre 73 et 154 jours et le poids à 154 jours sont plus de 3 fois supérieures aux moyennes de la littérature (SELLIER, 1976 ; JOHNSON, 1981 ; BIDANEL, 1988).

L'évolution des paramètres du croisement au cours de la croissance, avec un rôle prépondérant de la truie jusqu'au sevrage, puis une diminution rapide de son influence, est assez classique. Le maintien d'effets maternels additifs et non additifs significatifs au cours de la période 73-154 jours l'est beaucoup moins. De nombreux résultats expérimentaux montrent en effet l'absence complète d'influence maternelle sur la croissance en engraissement (BIDANEL, 1988). Les effets maternels, d'hétérosis maternel et paternel obtenus ici dépendent en fait pour beaucoup de la performance des animaux F1xLW, qui reste pour l'instant difficilement explicable. La valeur d'hétérosis maternel négative obtenues pour le GMQ entre 30 et 100 kg à partir des données de la 3ème étape apparaît également difficile à interpréter.

Sur le plan de l'efficacité alimentaire, le désavantage des produits terminaux "1/4 MS" est intermédiaire entre les valeurs obtenues auparavant par LEGAULT et al. (1985) et BRUEL et al. (1986) - respectivement 0,23 et 0,07 point d'IC -. Chez les "1/8MS", l'écart est par contre comparable à celui observé par GUEBLEZ et al. (1987) - 0,01 contre 0,06 point d'IC -.

Les performances de carcasse (rendement, teneur en muscle) des "1/4MS" sont tout à fait comparables aux résultats antérieurs (LEGAULT et al., 1985 ; BRUEL et al., 1986). L'écart au témoin européen est par contre légèrement plus faible que précédemment pour les "1/8MS" - -2% de muscle contre -2,5% . Il convient de noter que le risque de biais dans l'estimation de la teneur en muscle de la carcasse souligné par LEGAULT et al. (1985) se trouve ici fortement réduit par l'utilisation de mâles terminaux Piértrain à fort développement musculaire ; à de rares exceptions près, la teneur en muscle des animaux se trouve dans l'intervalle 40-60% de muscle, à

l'intérieur duquel la validité des équations de prédiction est bien établie.

En matière de qualité technologique de la viande, les résultats sont tout à fait conformes aux observations antérieures. L'apport de gènes chinois se traduit par une légère amélioration de la qualité de la viande, qui n'est toutefois pas significative chez les animaux "1/4MS" et "1/8MS". La seule exception concerne la couleur de la viande ; la réflectance du long vaste est en effet nettement améliorée chez les animaux croisés MS.

Comme l'ont souligné BIDANEL et al. (1989a), l'écart en croisement entre races (d_{MS-LW}) permet, aux variations d'hétérosis spécifique près, de situer les différences de performances entre MS et LW. Sur cette base, le désavantage de la MS se situerait à environ 90 g/j. de gain moyen quotidien, 0,6 point d'indice de consommation, 4 points de pourcentage de rendement à l'abattage et 16 à 17 points de pourcentage de muscle dans la carcasse. Ce désavantage est probablement sous estimé pour le GMQ, comme l'indiquent les résultats des comparaisons directes entre races pures, et pour l'IC, également susceptible de présenter des valeurs d'hétérosis spécifique différentes selon le croisement (BIDANEL, 1988).

La valeur significative d'effet de perte de recombinaison épistatique obtenue pour la réflectance provient des valeurs étonnamment faibles observées chez les animaux F2, en particulier le F1(MSxLW). Elle est difficilement explicable compte tenu de l'état actuel des connaissances sur le déterminisme génétique du caractère. Si l'on excepte ce cas particulier et celui de l'hétérosis maternel sur le GMQ en engraissement, l'absence d'effets grand maternels, d'hétérosis maternel et de perte de recombinaison significatifs permet de simplifier de façon importante la prédiction des performances moyennes de croisements utilisant les races MS et LW. Elles s'expriment en effet comme une fonction simple du pourcentage de gènes MS chez la mère du produit terminal et de l'écart en croisement entre races (d_{MS-LW}) estimé dans cette étude.

4. CONCLUSION

Cette étude permet de confirmer et de quantifier l'écart important existant entre la race chinoise MS et la race la plus utilisée en France à l'heure actuelle, la LW, pour les caractères de croissance, d'efficacité alimentaire et de composition corporelle. Elle permet de disposer d'estimations des paramètres du croisement MSxLW pour la plupart des caractères d'intérêt économique. Ces paramètres constituent un outil puissant pour la prédiction des performances moyennes des différents types génétiques impliqués dans un système de croisement. L'étape suivante consiste logiquement à intégrer ces paramètres dans un modèle d'évaluation économique des systèmes de croisement permettant de porter un jugement sur l'intérêt comparé des différentes voies d'utilisation en croisement de la race Meishan. C'est cet aspect que nous nous proposons d'aborder dans la 3ème partie de cette étude.

BIBLIOGRAPHIE

- BIDANEL J.P., Thèse de Docteur-Ingénieur, Institut National Agronomique Paris Grignon, 194 p.
- BIDANEL J.P., CARITEZ J.C., LEGAULT C., 1989a. Journées Rech. Porcine en France, 21, 345-352.
- BIDANEL J.P., CARITEZ J.C., LEGAULT C., 1989b. Génét. Sél. Evol. (soumis pour publication)..
- BRUEL Laurence, BOULARD J., BRAULT D., CARITEZ J.C., HOUX Y., JACQUET B., LE HENAFF Geneviève, PERROCHEAU C., RUNAVOT J.P., VRILLON J.L., LEGAULT C., 1986. Journées Rech. Porcine en France, 18, 277-284.
- DELPECH P., LEFAUCHEUR L., 1986. Le porc et son élevage : bases scientifiques et techniques, 121-140. Maloine, Paris

- DICKERSON G.E., 1969. Anim. Breed. Abstr., **37**, 191-202.
- DICKERSON G.E., 1973. In : Proc. Anim. Breed. Genet. Symp. in honor of Dr J. LUSH, Blacksburg, Virginia, 54-77. Am. Soc. Anim. Sci. and Am. Dairy Sci. Assoc.
- GUEBLEZ R., BRUEL Laurence, LEGAULT C., 1987. Journées Rech. Porcine en France, **19**, 25-32.
- JACQUET B., SELLIER P., RUNAVOT J.P., BRAULT D., HOUIX Y.,
- PERROCHEAU C., GOGUE J., BOULARD J., 1984. Journées Rech. Porcine en France, **16**, 49-58.
- JOHNSON R.K., 1981. J. Anim. Sci., **52**, 906-923.
- LEGAULT C., CARITEZ J.C., 1983. Génét. Sél. Evol., **15**, 226-240.
- LEGAULT C., CARITEZ J.C., GRUAND J., SELLIER P., 1982. Journées Rech. Porcine en France, **14**, 143-150.
- LEGAULT C., SELLIER P., CARITEZ J.C., DANDO P., GRUAND J., 1985. Génét. Sél. Evol., **17**, 133-152.
- OLLIVIER L., 1970. Ann. Génét. Sél. Anim., **2**, 311-324.
- POMMERET P., NAVEAU J., 1979. Institut Technique du Porc, Centre Expérimental de Sélection Porcine de Maxent, rapport 79-06, 14 pages ronéotypées.
- SAS Institute Inc. 1985. CARY N.C. : SAS Institute Inc., 956 pp.
- SAS Institute Inc., 1986. CARY N.C. : SAS Institute INC., 662 pp.
- SELLIER P., 1976. Livest. prod. Sci., **3**, 203-226.

ETUDE DE STRATÉGIES DE VALORISATION EN CROISEMENT DE LA RACE MEISHAN. 3- Evaluation comparée de différents systèmes de croisement.

J.P. BIDANEL

Institut National de la Recherche Agronomique - Station de Génétique quantitative et appliquée - 78350 JOUY-EN-JOSAS.

INTRODUCTION

Les premiers résultats de l'expérimentation sur les porcs chinois en France ont permis de situer les plans de croisement utilisant des femelles «1/2 Meishan» et «1/4 Meishan x 3/4 Large White» par rapport à ceux les plus couramment pratiqués à l'heure actuelle, basés sur les races Large White (LW) et Landrace français (LF) - LEGAULT et al., 1985 ; GUEBLEZ et al., 1987 - Mais ceux-ci ne constituent pas les seules voies d'utilisation possibles de la race Meishan (MS). Parmi les autres solutions envisageables, citons par exemple les systèmes de croisement conduisant à la production de truies «1/4 MS» à partir de 3 races : MS, LW et LF ou Duroc (DU), ou à moyen terme la création d'une lignée composite «sino-européenne».

L'intérêt de ces diverses solutions peut être évalué sur le plan théorique à partir de méthodes appropriées de prédiction des performances et de la valeur comparée de plans de croisement. Certaines spécificités des races chinoises rendent critiquables les méthodes classiques d'évaluation économique comparée de plans de croisement utilisées jusqu'à présent (BIDANEL et al., 1989a). Un modèle permettant de prendre en compte ces spécificités a donc été élaboré. Il consiste à prédire les performances moyennes des différents types génétiques produits dans les plans de croisements considérés à partir d'un certain nombre de paramètres appelés «paramètres du croisement» (DICKERSON, 1969 ; 1973) et leur évolution sous l'effet de la sélection pratiquée dans les noyaux grand-parentaux à l'aide des méthodes de prédiction de la réponse à la sélection en générations chevauchantes développées par ELSSEN et MOCQUOT (1974) et HILL (1974). Ces performances moyennes sont ensuite intégrées à un modèle économique qui permet d'aboutir à une valeur économique globale.

Cet article présente les premiers résultats et conclusions de cette étude. Plus précisément, il permet d'apporter des éléments de réponse aux questions suivantes :

- quel est à court, puis à moyen et long terme, l'intérêt des systèmes de croisement utilisant des gènes MS?
- dans le cas où les lignées composites s'avèrent une solution

intéressante, quelle est leur constitution optimale (races concernées, proportions relatives de chacune d'entre elles)?

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES.

1.1. Choix des systèmes de croisement étudiés.

Nous considérerons pour simplifier le problème que le choix du type génétique maternel peut se raisonner indépendamment de celui du type génétique paternel. En pratique, cette simplification peut sembler abusive, du fait notamment de la non-linéarité du système de paiement des carcasses actuellement en vigueur en France. De façon à ne pas négliger ce facteur de variation, l'étude est réalisée en prenant un type génétique paternel de référence, en l'occurrence le Piétrain (PI), puis en considérant l'effet du choix du type génétique paternel sur les résultats.

Les valeurs d'hétérosis maternel élevées obtenues dans le croisement avec la race LW (BIDANEL et al., 1989a) militent fortement en faveur de l'utilisation d'une truie croisée à l'étage de production. Nous aborderons donc le problème en évaluant dans quelle mesure un type génétique contenant des gènes MS peut constituer une alternative intéressante à l'une des 2 races LW ou LF en tant que composante de cette truie croisée. Trois groupes de systèmes de croisement peuvent être définis, selon que ce type génétique est la race pure elle-même, le produit d'un croisement ou une lignée composite.

Dans la mesure où seuls les paramètres du croisement MSxLW sont connus, il n'est en toute rigueur possible d'étudier que les systèmes de croisement impliquant ces 2 seules races. Deux autres races ont néanmoins été considérées sous l'hypothèse d'identité des effets d'hétérosis entre la MS et les différentes races européennes ou nord-américaines : le Landrace français d'une part, le Duroc d'autre part ; ce dernier, a priori moins intéressant sur la base de ses effets génétiques additifs, bénéficie d'une excellente aptitude à la combinaison qui lui permet de se situer en croisement à un niveau compa-

table aux 2 autres races (BIDANEL, 1988).

1.2. Le modèle «génético-économique» utilisé.

La méthode utilisée consiste à évaluer et à comparer les systèmes de croisement, non plus sur la base d'un critère économique par animal au niveau de l'étage de production (profit par porc engraisé), mais sur celle d'un bénéfice global prenant en compte les recettes et les coûts pour chacun des «maillons» du système (noyaux de sélection, multiplication, production) au cours d'une période de temps donnée. Chaque «maillon» est divisé en un certain nombre de cohortes d'animaux homogènes vis à vis de leur étage d'origine, de leur type génétique, de leur sexe, de leur âge et, dans les noyaux, des décisions de sélection (reproducteur gardé pour la sélection, la multiplication, la production ou porc abattu). Une cohorte est caractérisée à un instant t par son effectif et les performances des animaux pour les différents caractères d'intérêt économique, qui déterminent les coûts et les recettes. Les caractères

considérés sont : la taille de la portée au sevrage (SEV), le gain moyen quotidien en engraissement (GMQ), l'indice de consommation (IC), le rendement (RDT) et la teneur en muscle (PCM) de la carcasse, l'indice de qualité de la viande (IQV) et le poids vif (PV) des reproducteurs à la réforme. Le bénéfice à l'instant t s'exprime comme la somme des coûts et des recettes sur l'ensemble des cohortes. Le bénéfice global sur la période de temps considérée s'exprime comme la somme des bénéfices actualisés aux instants t successifs (ELSEN et SELLIER, 1978). Trois durées (5, 10 et 20 ans) et 4 taux (0, 5, 10 et 20%) d'actualisation sont considérés.

Les performances des différents types génétiques impliqués dans le système de croisement considéré sont prédites à partir des paramètres du croisement (DICKERSON, 1969 ; 1973). Les équations de prédiction sont présentées par BIDANEL et al. (1989a). Les valeurs utilisées pour les différents paramètres sont regroupées dans le tableau 1.

TABLEAU 1
VALEURS DES PARAMÈTRES GÉNÉTIQUES UTILISÉES.

Variable (1)	Paramètre (2)	TPS	GMQ	IC	RDT	PCM	IQV
M		9	870	2,84	78,0	53,6	85,8
g°	MS	-0,1	-220	+0,60	-3,8	-16,8	+2,2
	LF	+0,3	-20	+0,09	0	-1,0	+0,2
	DU	-0,3	-20	-0,03	+0,1	+0,7	+1,2
	PI	-1,0	-145	-0,03	+2,6	+7,2	-2,0
	LW	0	0	0	0	0	0
g ^m	MS	+2,8	-70	0	0	0	0
	LF	-0,4	0	+0,03	0	+0,4	0
	DU	-0,6	0	+0,15	0	-1,8	0
	LW	0	0	0	0	0	0
h°	LWxMS	+1,2	135	-0,11	0	0	0
	LWxLR	+0,5	25	-0,06	0	0	0
	LWxDU	+0,7	50	-0,11	0	0	0
	LFxDU	+0,7	50	-0,11	0	0	0
	PI	0,5	40	-0,11	0	0	0
h ^m	LWxMS	2,3	0	0	0	0	0
	LWxLF	0,4	0	0	0	0	0
	LWxDU	1,0	0	0	0	0	0
	LFxDU	1,0	0	0	0	0	0
d°	MS-LW	2,7	-45	-0,30	-1,9	-8,4	+1,1

(1) TPS : Taille de la portée au sevrage ; GMQ : Gain moyen quotidien ; IC : Indice de consommation ; RDT : Rendement de carcasse ; PCM : Pourcentage de muscle dans la carcasse ; IQV : Indice de qualité de la viande.

(2) M : moyenne de référence ;

g° : effet génétique additif direct de l'année 0 ; les valeurs évoluent par la suite sous l'effet de la sélection ;

La moyenne de référence utilisée est dans tous les cas la performance en race pure du LW, établie à partir de bilans annuels de performances pour les années 1985 à 1987. Les paramètres du croisement MSxLW sont ceux présentés par BIDANEL et al., 1989a ; b), à l'exception des valeurs d'effets maternels et d'hétérosis direct pour IC, RDT, PCM et IQV, non estimées par ces auteurs. Pour ces caractères, les effets maternels de la MS sont supposés identiques à ceux de la LW,

g^m : effet génétique maternel ;

h° : hétérosis direct ;

h^m : hétérosis maternel ;

d° : écart en croisement entre MS et LW à l'année 0.

DU : Duroc ; LF : Landrace français ; LW : Large White ;

MS : Meishan ; PI : Piétrain

les effets d'hétérosis égaux aux moyennes de la littérature (BIDANEL, 1988). Dans les autres cas, les moyennes de la littérature ont également été utilisées, à l'exception des effets directs estimés à partir des mêmes bilans annuels que la moyenne de référence pour les races LF et PI, et à partir des valeurs présentées par SELLIER (1986) pour le Duroc. Les résultats de la littérature (BUCHANAN, 1987 ; BIDANEL, 1988) et ceux de BIDANEL et al. (1989a ; b) allant dans le sens

d'une faible importance des effets grand maternels, d'hétérosis paternel et de perte de recombinaison épistatique, ceux-ci ne sont pas considérés dans la prédiction.

La sélection pratiquée dans les noyaux grand-parentaux est supposée n'affecter que les valeurs additives directes. L'objectif de sélection s'inspire de l'équation utilisée pour la comparaison des produits terminaux (BIDANEL, 1988). La sélection est individuelle et basée sur un critère prenant en compte le GMQ et l'épaisseur moyenne de lard dorsal (ELD) :

$$Y = 0,07\text{GMQ} - 6,8\text{ELD}$$

Ce critère, ainsi que les paramètres génétiques, sont supposés identiques pour l'ensemble des noyaux de sélection. Les caractères de reproduction (prolificité) sont notamment supposés indépendants des caractères de production. Une fois constituées, les lignées composites sont maintenues sans sélection pendant 3 générations de façon à limiter les effets défavorables des déséquilibres de linkage générés par le croisement.

Les schémas ont été comparés à l'équilibre démographique et

en supposant constant le nombre de femelles à l'étage de production. Les effectifs des étages de sélection et de multiplication ont été calculés de façon à être ajustés aux besoins en reproducteurs des étages inférieurs, en faisant l'hypothèse d'absence de contrainte liée aux tailles de troupeaux. Les effectifs des différentes cohortes et les intensités de sélection réalisées s'en déduisent aisément sachant la structure démographique du système, les performances de reproduction des femelles et les taux de masculinité, de survie et de réforme (BIDANEL, 1988).

Les principaux éléments de calcul des recettes figurent dans le tableau 2. La marge brute unitaire est estimée en écart à une valeur de référence correspondant à un porc de 100 kg ayant les performances suivantes - GMQ : 800g/j. ; IC : 3 ; RDT : 78% ; PCM : 53,6% ; IQV : 85,8. Elle concerne les produits terminaux de l'étage de production, mais également les mâles castrés de l'étage de multiplication, les femelles non retenues pour la sélection dans le noyau «mâle» et les mâles entiers surnuméraires des noyaux «femelles». Pour ces derniers, une réfaction de 100F. sur le prix de vente est appliquée.

TABLEAU 2
ÉLÉMENTS DE CALCUL DES RECETTES.

Porcs charcutiers - Calcul de la marge brute	
MBR : Marge brute de référence	
$\text{MBR} = \text{PV} - \text{PRP} - \text{CEA} - \text{CENA}$	
PV	: Prix de vente : 78kg x 9F./kg = 756F. (1)
PRP	: Prix de revient du porcelet entre la naissance et 25kg (hors coût de la truie) : 100 F. dont : coûts alimentaires 39 kg x 2,05F./kg = 80 F. (2) coûts non alimentaires = 20F..
CEA	: coûts d'engraissement alimentaires 75 kg x 3 x 1,5F./kg = 338F.
CENA	: coûts d'engraissement non alimentaires $\text{CENA} = \text{CEA}/4 = 85 \text{ F. (2)}$ total 233 F.
E : Ecart à MBR	
$E = 0,159 (\text{GMQ} - \text{GMQ}) - 126,75 (\text{IC} - \text{IC}) + 16(\text{RDT} - \text{RDT}) + 4,48 (\text{IQV} - \text{IQV})$	
Reproducteurs réformés - Calcul du prix de vente (PV)	
PV = b. PDS	
- b	: prix de vente par kg de poids vif, qui varie avec : * le pourcentage de gènes MS : PMS
$b = b^0 - 3 \cdot \text{PMS (3)}$ avec b^0 : prix de vente des reproducteurs de race européenne	
* le sexe avec b^0 (mâles) = 5F/kg b^0 (femelles) = 6,3 F/kg (2)	
- PDS	: poids vif, qui varie avec : * le sexe : mâles - femelles = 50 kg * la parité : (2-1) = 30 kg (3-1) = 60 kg * le pourcentage de gènes MS : PMS $\text{PDS} = \text{PDS (0)} - 100 \cdot \text{PMS (4)}$

(1) I.T.P., BAROMETRE PORC (1987)

(2) SALAÜN (1987)

(3) CARITEZ, communication personnelle

(4) Données non publiées.

Le coût annuel des reproducteurs femelles est estimé à 4500F. ; il comprend l'ensemble des coûts alimentaires et non alimentaires liés au cheptel reproducteur, de telle sorte que seuls les coûts alimentaires sont imputés aux verrats, à raison de 4,50F/jour. Les coûts de production des futurs reproducteurs sont calculés en 2 étapes. Jusqu'à 100kg, ils sont estimés à partir des valeurs du tableau 2. Après 100 kg ils sont alimentés jusqu'à leur mise à la reproduction à raison de 2,5 kg d'aliment par jour. Les coûts de contrôle des reproducteurs sont supposés fixes et égaux à 20F. par animal.

2. RÉSULTATS.

Afin de ne pas trop alourdir la présentation, nous ne faisons figurer dans cet article que les résultats relatifs à la ou aux solutions les plus intéressantes pour chacun des 3 groupes de systèmes de croisement considérés (trûie grand-parentale MS, «1/2MS» ou appartenant à une lignée composite). Nous nous intéresserons dans un premier temps à la constitution de ces lignées composites. Nous comparerons ensuite la valeur économique des croisements ainsi obtenus à celle des autres

plans de croisement envisagés.

2.1. Optimisation de la composition des lignées synthétiques.

Le pourcentage de gènes MS correspondant à un optimum économique (bénéfice actualisé maximal) pour les 4 plans de croisement utilisant une lignée synthétique les plus intéressants figure dans le tableau 3. Comme on pouvait s'y attendre, la constitution et l'utilisation sans sélection préalable d'une lignée composite «sino-européenne» n'apparaît pas économiquement intéressante, puisque l'optimum à court terme (durée d'actualisation de 5 ans) est obtenu pour des lignées contenant peu ou pas de gènes MS. Par la suite, ceux-ci entrent pour une part non négligeable dans la composition optimale des lignées. L'optimum varie cependant de façon importante avec la durée d'actualisation, le pourcentage de gènes MS augmentant de 15 à 48 points selon le cas lorsque celle-ci passe de 10 à 20 ans. L'effet du taux d'actualisation est limité pour les courtes durées d'actualisation (1 point de pourcentage à 5 ans), mais augmente avec cette dernière (13 à 16% pour 10 ans, 8 à 57% pour 20 ans).

TABLEAU 3

COMPOSITION OPTIMALE DE LIGNÉES SYNTHÉTIQUES «SINO-EUROPÉENNES» DANS QUELQUES PLANS DE CROISEMENT.

Durée d'actualisation	5 ans				10 ans				20 ans			
Taux d'actualisation	0%	5%	10%	20%	0%	5%	10%	20%	0%	5%	10%	20%
Plan de croisement (1)	Proportion de gènes Meishan à l'optimum (intérêt économique à l'optimum (%)) (2)											
LW x syn (LF, MS)	0,12	0,12	0,12	0,12	0,39	0,35	0,32	0,25	1	0,93	0,75	0,46
	-	-	-	-	-	-	-	-	(11,7)	(8,7)	(5,8)	(2,2)
LW x syn (DU, MS)	0,07	0,07	0,07	0,07	0,35	0,30	0,26	0,19	1	0,95	0,74	0,43
	-	-	-	-	-	-	-	-	(10,6)	(7,3)	(4,1)	-
LW x syn (LW, MS)	0,58	0,57	0,57	0,57	0,85	0,81	0,78	0,72	1	1	1	0,92
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LF x syn (LW, MS)	0	0	0	0	0,18	0,13	0,08	0,03	0,86	0,68	0,51	0,37
	-	-	-	-	-	-	-	-	(6,7)	(3,9)	(1,7)	(0,8)

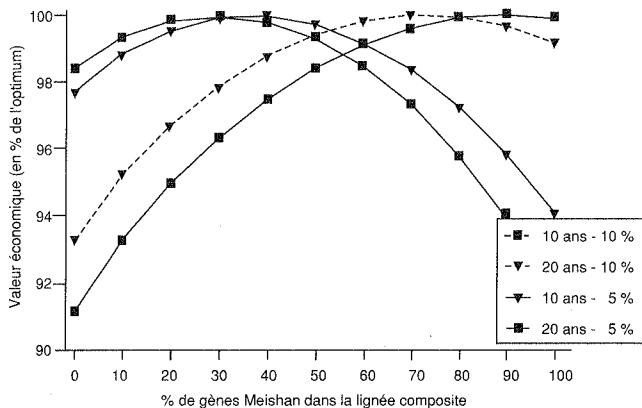
(1) plan de croisement pour la production de la mère du produit terminal
syn: lignée synthétique ; DU : Duroc ; LF : Landrace ;
LW : Large White ; MS : Meishan

De la même façon que le pourcentage de gènes MS à l'optimum, l'avantage économique est d'autant plus élevé que l'on accorde d'importance au long terme, c'est à dire que la durée d'actualisation est longue et le taux faible. Dans les 10 premières années, le gain n'est pas très important et le bilan en deça de l'équilibre économique, du fait notamment de l'investissement initial, mais il augmente nettement par la suite et peut dépasser 10% pour le bénéfice non actualisé sur 20 ans (tableau 3).

Ces variations importantes ne facilitent a priori pas le choix d'une valeur. Il est à cet égard essentiel de connaître la sensibilité du résultat économique à un écart à la solution optimale. L'effet d'un tel écart dépend peu du partenaire de la MS (LW, LF ou DU) comme constituant de la lignée composite (BIDANEL, 1988). Il est représenté sur la figure 1 dans le cas d'une lignée LFxMS. Il apparaît que le résultat économique est

peu sensible à des variations inférieures à 15 ou 20 points de pourcentage de part et d'autre de l'optimum, facilitant ainsi le choix de la composition de la lignée. Ce choix reste néanmoins fortement dépendant des objectifs fixés sur le plan économique, notamment des délais de rentabilisation de la lignée. Le problème à résoudre est de trouver le meilleur compromis entre le moyen et le long terme, qui permette une valorisation aussi rapide que possible de la lignée sans trop réduire l'espérance de gain sur la prolificité qui lui est défavorablement liée. Plusieurs approches sont envisageables pour résoudre ce problème, par exemple fixer un seuil minimal de rentabilité à une échéance donnée, ou minimiser une fonction des écarts aux solutions optimales. De façon générale, une valeur de 50% de gènes MS semble constituer un bon compromis, avec des écarts à l'optimum inférieurs à 2% quels que soient les paramètres économiques. Nous nous baserons sur ce choix dans la suite de l'étude.

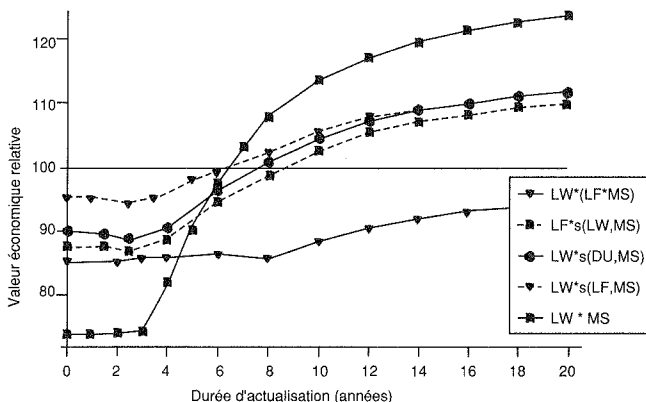
FIGURE 1
LIGNÉE SYNTHÉTIQUE (LANDRACE, MEISHAN)
- Ecart à la solution optimale en fonction
du % de gènes Meishan et de la durée
et du taux d'actualisation.



Les gains les plus importants sont obtenus en employant la race présentant les effets additifs les plus élevés (en l'occurrence la LW) comme partenaire de la lignée composite pour la production de la femelle «F1» mère du produit terminal et d'utiliser l'une des 2 autres races (LF ou DU) pour la constitution de la lignée composite. Compte tenu des paramètres utilisés, la lignée composite (LF, MS) présente dans cette étude un léger avantage sur la lignée (DU, MS). L'utilisation d'un croisement LWx(LW, MS) est quant à lui nettement moins intéressant.

2.2. Comparaison des différents schémas.

FIGURE 2
EVOLUTION DE LA VALEUR ÉCONOMIQUE
RELATIVE DES SYSTÈMES DE CROISEMENT
(base 100 = Large White * Landrace Français).



Légende: DU : Duroc - LF : Landrace français - LW : Large White
MS : Meishan - s : lignée synthétique.

L'évolution au cours du temps de la valeur économique relative des différents systèmes de croisement considérés est présentée sur la figure 2. Elle permet de confirmer l'infériorité à court terme des plans de croisement discontinus utilisant la race MS sur ceux employés à l'heure actuelle en France. Par contre, à moyen et long terme, deux types de schémas sont susceptibles de conduire à un avantage économique notable :

- les lignées composites 50% MS. Elles deviennent compétitives par rapport au croisement LWxLF dans un délai de 6 à 8 ans, soit 3 à 5 ans après le début de la sélection. Elles conduisent par la suite à un gain économique d'environ 10% sur les solutions actuellement utilisées.

- une lignée MS sélectionnée sur les caractères de production. Elle peut s'avérer intéressante dans un délai comparable aux lignées composites. Les gains espérés sont par la suite nettement supérieurs à ceux obtenus pour les lignées composites : près de 25% au bout de 20 ans.

3. DISCUSSION

3.1. Hypothèses et paramètres du modèle.

Le type de modèle utilisé permet de décrire de façon relative-ment précise la structure et l'évolution d'un système de croisement porcin. Il repose toutefois sur un certain nombre d'hypothèses qui conditionnent la signification et le domaine de validité des résultats obtenus et qui méritent d'être discutées. Ainsi, ce type d'approche globale suppose que l'ensemble des partenaires du schéma oeuvrent dans le même sens et qu'il n'existe pas de «perte de charge» ou d'antagonisme entre les maillons du système. En pratique, ce problème est loin d'être aussi simple, même dans les systèmes dits «intégrés» (BICHARD et WILSON, 1974).

Sur le plan génétique, la validité des résultats dépend étroitement des valeurs des paramètres génétiques utilisés. Si les paramètres du croisement sont relativement bien connus entre races européennes ou nord-américaines, il n'en va pas de même pour les croisements avec la race MS, puisque seuls les paramètres du croisement MSxLW sont connus, et ce à partir d'une seule étude (BIDANEL et al., 1989a ; b). Les performances prédites sont cependant de façon générale proches des performances observées par LEGAULT et CARITEZ (1983), LEGAULT et al. (1985), GUEBLEZ et al. (1987), BIDANEL et al. (1989a, b) et laissent à penser que les valeurs obtenues sont tout à fait plausibles. Ces paramètres ont par ailleurs été estimés à partir de données recueillies dans un nombre limité d'élevages expérimentaux. Les résultats des évaluations régionale et nationale des croisements «sino-européens» (BRUEL et al., 1986 ; GUEBLEZ et al., 1987) montrent qu'une généralisation est possible pour les caractères de production, mais peut poser problème pour la taille de la portée au sevrage, pour laquelle une interaction type génétique x élevage significative est obtenue. Cette interaction est en partie due à un biais lié aux adoptions de porcelets, mais aussi probablement à un nécessaire apprentissage de la conduite de ces types génétiques nouveaux.

Les paramètres génétiques (héritabilités et corrélations génétiques) ont été supposés indépendants du type génétique. Si cette hypothèse est peu contraignante dans le cas des races LW, LF ou DU, il en va différemment pour la MS et les lignées composites. Le faible nombre de fondateurs de la lignée MS du Magneraud ne se traduit-il pas par une variabilité génétique réduite? Il n'existe pour l'instant pas d'élément de réponse à

cette question. A l'inverse, une augmentation de la variabilité génétique est envisageable, mais difficilement prédictible, dans les lignées composites. Par ailleurs, l'existence de déséquilibres de linkage dus au croisement, puis à la sélection dans les lignées composites, peut modifier les liaisons génétiques entre caractères notamment générer un antagonisme entre caractères de production et de reproduction. Il serait alors nécessaire, afin d'éviter une dégradation de la prolificité, d'appliquer un certain taux de sélection sur ce caractère.

Sur le plan économique, l'utilisation d'une pondération linéaire pour la teneur en muscle de la carcasse peut sembler contestable, connaissant le système actuellement en vigueur en France. Pour contourner ce problème, le choix de la pondération a été réalisé de façon à se placer dans la situation la plus défavorable aux animaux croisés MS, de telle sorte que si les performances moyennes des types génétiques sont supérieures à 49% de muscle, la valeur économique de la différence est nécessairement surestimée. Pour atteindre cette valeur, il est nécessaire de choisir une race paternelle dont le taux de muscle est supérieur à : $PCM = 46 + 16,8 \cdot p$, p étant le pourcentage de gènes MS chez la mère du produit terminal. Le paramètre p est dans tous les cas inférieur ou égal à 0,5 dans cette étude. L'objectif est donc atteint si l'on dispose de mâles à 54,4% de muscle, valeur aisément disponible à l'heure actuelle sur le marché des verrats terminaux. Au-delà, la valeur des schémas de croisement «sino-européens» est au moins égale à celle présentée dans cette étude.

3.2. Résultats.

Même si certaines des hypothèses du modèle restreignent quelque peu la généralité des résultats, ceux-ci permettent d'aboutir à des conclusions relativement claires quant aux possibilités d'utilisation à court, puis à moyen terme de la MS. Aucune solution ne semble intéressante à court terme. Par contre, à moyen terme (5 à 10 ans), l'intérêt d'une lignée composite «sino-européenne» semble indéniable, même si certains points mentionnés ci-dessus (variabilité génétique, effets du déséquilibre de linkage, prise en compte de la prolificité dans l'objectif de sélection) méritent d'être approfondis. L'utilisation d'une lignée «50% MS» permet d'envisager un gain de prolificité de l'ordre d'1,5 porcelets/portée, conduisant à un avantage économique de l'ordre de 10%.

L'utilisation d'une lignée MS sélectionnée apparaît également

séduisante. Elle permettrait notamment de franchir un nouveau palier au niveau de la prolificité des truies, avec une augmentation de l'ordre de 2,5 à 3 porcelets/portée. Malheureusement, cette solution se heurte pour l'instant à de nombreux problèmes, tant techniques que financiers. Un point important concerne l'inadéquation des techniques de contrôle des performances classiquement utilisés chez le porc (contrôle de croissance et mesure de l'épaisseur de lard aux ultrasons) aux mâles entiers MS. Ceux-ci possèdent en effet une libido extrêmement développée, qui perturbe fortement leur croissance et les rend extrêmement maigres. Ce problème réduit fortement l'espérance des gains liés à la sélection et donc l'intérêt actuel de cette solution. Un certain nombre de solutions envisageables pour tenter de résoudre cette difficulté sont présentées et discutées par BIDANEL (1988).

CONCLUSION.

Les résultats de cette étude permettent d'aboutir à un certain nombre de propositions et de conclusions quant aux possibilités de valorisation en croisement de la race MS. Si son intérêt est à l'heure actuelle limité, des perspectives encourageantes existent à moyen ou long terme. Parmi celles-ci, la création et la sélection d'une lignée composite «sino-européenne» apparaît prometteuse ; elle pourrait permettre un gain de prolificité de l'ordre d'1,5 porcelets/portée et serait utilisable dans un délai de 6 à 10 ans. Des études complémentaires sont toutefois nécessaires pour mieux préciser le comportement sur le plan génétique d'une telle lignée. La seconde piste évoquée, sélectionner la MS, est plus hypothétique. Si elle s'avérait envisageable, elle permettrait de placer plus haut encore la barre en matière de prolificité. Plusieurs problèmes restent cependant à résoudre avant de pouvoir l'envisager.

Cette étude n'a cependant pas la prétention de clore le sujet ; de nombreux aspects, comme l'existence d'interactions «type génétique x régime alimentaire» peuvent modifier nos conclusions et méritent d'être approfondis. De même, l'hypothèse faite dans cette étude d'un déterminisme polygénique de la prolificité n'est pas la seule possible ; si les performances de reproduction exceptionnelles de la MS étaient en partie dues à l'action d'un gène «majeur», les perspectives de sa valorisation dans nos systèmes d'élevage s'élargiraient de façon importante.

BIBLIOGRAPHIE

- BICHARD M., WILSON A., 1974. In : Proceedings of the Working Symposium on Breed Evaluation and Crossing Experiments with Farm Animals, 15th-21st September, 1974, 289-296. Res. Inst. Anim. Husb., «Schoonoord», Zeist, The Netherlands.
- BIDANEL J.P., 1988. Thèse de Docteur-Ingénieur, Institut National Agronomique Paris-Grignon, 194p.
- BIDANEL J.P., CARITEZ J.C., LEGAULT C., 1989a. Journées Rech. Porcine en France, **21**, 345-352.
- BIDANEL J.P., CARITEZ J.C., FLEURY J., GRUAND J., LEGAULT C., 1989b. Journées Rech. Porcine en France, **21**, 353-360.
- BRUEL Laurence, BOULARD J., BRAULT D., CARITEZ J.C., HOUIX Y., JACQUET B., LE HENAFF Geneviève, PERROCHEAU C., RUNAVOT J.P., LEGAULT C., 1986. Journées Rech. Porcine en France, **18**, 277-284.
- BUCHANAN D.S., 1987. J. Anim. Sci., **65**, 117-127.
- DICKERSON G.E., 1969. Anim. Breed. Abstr., **37**, 191-202.
- DICKERSON G.E., 1973. In : Proc. Anim. Breed. Genet. Symp. in honor of Dr. J. LUSH, Blacksburg, Virginia, 54-77. Am. Soc. Anim. Sci. and Am. Dairy Sci. Assoc.
- ELSSEN J.M., MOCQUOT J.C., 1974. Bull. Tech. Dép. Génét. Anim., n° 17, 30-54, INRA Versailles.
- ELSSEN J.M., SELLIER P., 1978. Ann. Génét. Sél. Anim., **10**, 403-441.
- GUEBLEZ R., BRUEL Laurence, LEGAULT C., 1987. Journées - Rech. Porcine en France, **19**, 25-32.
- HILL W.G., 1974. Anim. Prod., **18**, 117-140.
- I.T.P., 1987. Baromètre porc, 121-132.
- LEGAULT C., CARITEZ J.C., 1983. Génét. Sél. Evol., **15**, 226-240.
- LEGAULT C., SELLIER P., CARITEZ J.C., DANDO P., GRUAND J., 1985. Génét. Sél. Evol., **17**, 133-152.
- SALAUN Y., 1987. Techni-Porc, **10**, (4), 29-34.
- SELLIER P., 1986. In : Le Porc : Zootechnie, Maloine éd., Paris