

69203

LE CHOIX DE LA LIGNÉE MALE DU CROISEMENT TERMINAL CHEZ LE PORC

P. SELLIER (*)

(1) I.N.R.A. — Station de Génétique Quantitative et Appliquée — 78350 JOUY-EN-JOSAS

INTRODUCTION

L'un des faits notables qui ont marqué la sélection porcine en France dans les quinze dernières années est le développement du croisement entre races. Ceci s'est traduit en particulier par la mise en place d'un nombre croissant de « schémas de sélection et croisement » depuis 1969, année de l'agrément des premiers schémas par la Commission Nationale d'Amélioration Génétique (RUNAVOT, 1971). A l'heure actuelle, une quinzaine de schémas sont agréés et une quinzaine d'autres en sont au stade de l'approbation.

Les responsables de ces schémas ont mis l'accent, au moins dans un premier temps, sur la constitution et la sélection de lignées femelles et sur la multiplication, par croisement entre deux lignées femelles, d'une truie parentale F_1 destinée aux élevages de production. La priorité accordée initialement au « côté femelle » du croisement terminal était en grande partie justifiée. On sait en effet que le gain dû au croisement chez le Porc provient surtout de l'amélioration des performances de reproduction (prolificité, fertilité, précocité sexuelle ...) chez les femelles issues d'un croisement F_1 : l'effet d'hétérosis « maternel » se traduit, en moyenne, par un gain de l'ordre de 2 à 2,5 porcelets sevrés par truie et par année de présence dans le troupeau (LEGAULT, 1978). Chacun sait également que le dénominateur commun des schémas de croisement français est le type génétique de la truie parentale obtenue, à de très rares exceptions près, par croisement du Landrace Français et du Large White. Ce premier choix étant fait, l'ensemble du plan de croisement n'est encore défini qu'à 50 p.cent : il reste à spécifier le type génétique du verrat parental à accoupler à la truie Landrace x Large White dans le croisement terminal.

L'objet de cet article est de faire une mise au point sur les principaux problèmes posés par le choix de la lignée mâle du croisement terminal.

I — LA SITUATION FRANÇAISE EN MATIÈRE DE VERRAT TERMINAL

A) La diversité des choix actuels

La diversité des lignées mâles de croisement terminal en France a été maintes fois soulignée : voir, par exemple, SELLIER (1978) et RUNAVOT (1981). Si l'on se réfère à la situation de la trentaine de schémas français (agréés ou approuvés) actuellement en activité et aux plans de croisement mis en œuvre par des groupements de producteurs, on compte une dizaine de lignées mâles utilisées à une échelle notable (tableau 1).

(*) avec la collaboration de Marie-Reine PERRETANT pour la préparation de cet article et la collaboration de J. GRUAND, P. DANDO, D. BRAULT, F. BARITEAU (S.E.I.A., Rouillé) D. TASTU et C. FELGINES pour le recueil et l'analyse des données du programme I.N.R.A. d'évaluation de lignées mâles (1970-1980).

TABEAU 1
PRINCIPAUX PLANS DE CROISEMENT ET TYPES GÉNÉTIQUES
DE VERRAT TERMINAL RENCONTRÉS EN FRANCE

PLAN DE CROISEMENT (1)	LIGNÉES MÂLES USUELLES
Croisement en retour ♂ A x ♀ (AB)	Large White, Landrace Français
« Demi-croisement à 3 voies » ♂ (AC) x ♀ (AB)	Hampshire x Large White Piétrain x Large White Landrace Belge x Large White
Croisement à 3 voies ♂ C x ♀ (AB)	Landrace Belge, Piétrain
Croisement à 4 voies ♀ (CD) x ♀ (AB)	Hampshire x Landrace Belge Hampshire x Piétrain P76 (2)

(1) Il est supposé que la truie parentale AB est Landrace Français x Large White.

(2) Le verrat P76 est obtenu par croisement de deux lignes synthétiques sélectionnées par la S.C.A. Pen Ar Lan (Maxent) :
 - la lignée P66, dite « Peshire », initialement Hampshire puis ouverte avec des introductions de Large White et plus récemment de Duroc.
 - la lignée P77, dite « Pen Ar Lan », à base de Large White, de Hampshire et de Piétrain.

Comme le montrent les résultats de l'enquête conduite par LE DENMAT et al. (1980) sur un échantillon de près de 300 élevages de production, le Large White et le Landrace Français jouent encore un rôle prépondérant en tant que lignée mâle du croisement terminal. Ceci vaut en particulier pour les schémas de petite taille et (ou) récemment mis en place. Dans ce dernier cas, il peut s'agir d'une situation transitoire plutôt que d'un choix délibéré. Pour les schémas de petite taille, le grand avantage du croisement en retour est sa simplicité puisque deux races seulement sont impliquées, au lieu de 3 ou 4 dans les plans de croisement plus complexes.

Si le croisement en retour est la forme la plus courante de croisement à double étage, le recours à des lignées mâles véritablement « spécialisées » prend toutefois une importance de plus en plus grande au fil des années : d'après l'enquête de LE DENMAT et al. (1980), leur contribution serait de l'ordre de 25 à 30 %. Ces verrats terminaux spécialisés proviennent le plus souvent de croisements F₁ représentant pratiquement toutes les combinaisons possibles entre les quatre races suivantes : Hampshire, Landrace Belge, Large White et Piétrain. Notons aussi que trois de ces races entrent dans la composition des lignées synthétiques P66 et P77 et que la race américaine Duroc a fait son apparition ces toutes dernières années.

B) Les causes de cette diversité

Il est utile de tenter d'analyser les raisons qui sont à l'origine de la variété des solutions adoptées dans le domaine de la lignée mâle porcine. Plusieurs explications – qui sont autant de facteurs à prendre en considération au moment du choix – peuvent être invoquées.

L'explication principale tient aux variations régionales du contexte de production et, de façon toute particulière, au fait que les écarts de prix entre les classes commerciales de la grille CEE varient de façon notable entre régions. En se limitant aux classes I, II et III qui représentent près de 90 p. cent des porcs abattus en France, on constate que l'écart de prix entre classes varie du simple au double entre les régions extrêmes (Bretagne et Est). Le tableau 2, établi à partir des chiffres rapportés par DAGORN et al., (1981), donne la « valeur » en point d'indice de consommation de la différence de prix de vente entre un porc classé en I et un porc classé en III dans les différentes régions. Selon ce calcul, l'indice de consommation du porc classé en III doit être meilleur de 0,92 point dans la région Est et seulement de 0,44 point en Bretagne que celui du porc classé en I pour qu'il le « rejoigne » en termes de marge brute sur coût alimentaire. Dans deux contextes aussi dissemblables (il s'agit, rappelons-le, des extrêmes), la priorité n'est pas accordée aux mêmes caractères, ce qui n'est pas sans conséquence sur les qualités recherchées chez le verrat terminal.

TABEAU 2
 VARIATIONS RÉGIONALES DES ÉCARTS DE
 PRIX ENTRE CLASSES COMMERCIALES DE LA GRILLE C.E.E. EN 1980
 (d'après DAGORN et al., 1981).

RÉGION DE COTATION	ÉCART DE PRIX AU KG ENTRE CLASSE I ET CLASSE III (F.)	« VALEUR » DE L'ÉCART EN POINT D'INDICE DE CONSUMMATION (1)
Bretagne et Sud-Ouest	0,51	- 0,44
Pays de Loire	0,55	- 0,47
Normandie et Région parisienne	0,65	- 0,55
Sud-Est	0,69	- 0,59
Nord	0,84	- 0,72
Est	1,08	- 0,92

(1) hypothèses du calcul : engraissement entre 25-100 kg avec un aliment à 1,25 F le kg.
 Indice de consommation moyen : 3,3.
 Poids de carcasse moyen : 80 kg.

Un autre facteur de diversité des verrats terminaux est la variation de la demande du marché vis-à-vis du poids de carcasse et donc indirectement du poids d'abattage des animaux. On considère généralement que les lignées mâles spécialisées, et en particulier les races à fort développement musculaire de type Piétrain et Landrace Belge, sont plus adaptées aux situations où leurs produits de croisement sont abattus à des poids vifs inférieurs à 100 kg qu'aux situations où la demande porte sur des carcasses plus lourdes (porcs abattus à 105-110 kg de poids vif). Il ne faut pas, à notre sens, exagérer l'importance de cette « interaction » entre poids d'abattage et type génétique du produit terminal.

Nous en donnons pour preuve (tableau 3) les résultats d'une comparaison entre croisés Piétrain et croisés Large White alimentés à volonté et abattus soit à 92kg soit à 111 kg (SELLIER, 1977). Les deux variantes de chaque facteur dans ce dispositif factoriel 2 x 2 peuvent être considérées comme représentant des cas extrêmes : les deux poids d'abattage retenus couvrent l'étendue de variation des poids d'abattage couramment pratiqués en France et le Large White passe pour être la race qui convient le mieux à la production de carcasses lourdes, à l'inverse du Piétrain comme nous l'avons vu. Quand le poids d'abattage augmente, l'avantage des croisés Large White sur les croisés Piétrain est effectivement plus marqué pour les performances de croissance mais leur infériorité en composition corporelle est également un peu accrue : au total, en termes de marge brute par porc, la supériorité des croisés Piétrain sur les croisés Large White au poids d'abattage de 92 kg subsiste en grande partie au poids d'abattage de 111 kg.

A propos du rôle du poids d'abattage, les différences entre races pures observées dans les stations de contrôle individuel (CI) et dans les stations de contrôle de descendance (CD) sont également intéressantes à considérer, bien que le sexe des animaux concernés soit différent et que les modes d'alimentation ne soient pas tout à fait équivalents : les moyennes rapportées par DAGORN et al. (1981) montrent que le désavantage en vitesse de croissance du Landrace Belge par rapport au Large White et au Landrace Français est plus faible en CD où le contrôle va jusqu'à 100 kg qu'en CI où le contrôle s'arrête à 90 kg.

TABEAU 3
INFLUENCE DU POIDS D'ABATTAGE SUR LES PERFORMANCES COMPARÉES
DE CROISÉS PIÉTRAIN (XP) ET DE CROISÉS LARGE WHITE (XLW) (1)

CARACTÈRE		POIDS D'ABATTAGE (kg)			
		92		111	
Différence (XLW - XP) (2)	gain moyen quotidien(g)	+ 76	(+ 9,8 %)	+102	(+ 11,9 %)
	indice de consommation (kg d'aliment/kg de gain)	- 0,05	(- 1,4 %)	- 0,09	(- 2,8 %)
	poids de carcasse (kg)	- 1,3	(- 1,7 %)	- 1,2	(- 1,4 %)
	pourcentage de muscle dans la carcasse (estimé)	- 3,3	(- 6,8 %)	- 4,2	(- 9,3 %)

(1) d'après SELLIER (1977). Deux types de croisés Large White (XLW₁ et XLW₂, cf. tableau 6) sont regroupés. Le support femelle de cette comparaison est Landrace Français x Large White.

(2) exprimée en unité du caractère et, entre parenthèses, en p.cent de la moyenne générale.

Dans le même ordre d'idées, le problème d'interactions éventuelles entre le type génétique et le mode d'alimentation du porc en croissance mérite d'être brièvement évoqué. L'impression générale est qu'il faut là aussi ne pas accorder trop d'importance au phénomène ou, en d'autres termes, à l'adaptation privilégiée de tel type génétique à tel mode d'alimentation, du moins à l'intérieur de la gamme relativement étroite des techniques habituelles d'alimentation du porc à l'engrais. Ainsi, les modifications de l'apport énergétique, qu'il s'agisse d'une variation de la concentration en énergie du régime en alimentation à volonté ou de la réduction imposée et plus ou moins sévère de l'apport journalier d'aliment par la voie du rationnement, n'ont pas exactement les mêmes effets sur les performances de croissance et la qualité de carcasse dans les différents types génétiques mais les différences sont peu marquées (OLLIVIER et HENRY, 1978). On peut dire à peu près la même chose en ce qui concerne les variations de l'apport azoté, sauf peut-être dans la période de finition en alimentation à volonté : voir, par exemple SELLIER et al (1974) et BOLET et al (1977). En règle générale, les effets d'interaction type génétique x conditions nutritionnelles sont plus faibles si les types génétiques concernés sont proches les uns des autres, et c'est bien le cas quand on s'intéresse aux produits de croisement des verrats terminaux usuels utilisés sur un même support femelle (Landrace x Large White) : la variation génétique ne porte au plus que sur la moitié des gènes de production des différents types de produits terminaux qui sont au minimum à 25 p.cent Large White et à 25 p.cent Landrace.

En définitive, la diversité des lignées mâles porcines en France est, pour une bonne part, le reflet de la variation régionale du « poids » de la qualité de la carcasse dans la marge brute par porc produit. Si l'on y ajoute le fait que, dans les régions (Nord et Est) où la qualité de carcasse est la mieux « payée », la demande des abatteurs porte sur des carcasses plus conformées (et souvent aussi sur des carcasses plus légères), l'intérêt de lignées mâles spécialisées à bon développement musculaire est encore renforcé dans ces régions-là. A l'inverse, dans la zone (« Grand Ouest ») où la qualité de carcasse n'est pas l'objectif prioritaire, on s'oriente plutôt vers le croisement en retour ou un croisement avec un verroat croisé à 50 p. cent Large White. Le choix de tel ou tel verroat terminal apparaît donc comme un moyen d'adapter la production aux débouchés et de « coller » le mieux possible au contexte économique régional.

II - LES QUALITÉS RECHERCHÉES CHEZ LE VERRAT TERMINAL

Le mérite d'une lignée mâle se rattache à de nombreux aspects, les uns qui conditionnent son intérêt immédiat, les autres plus prospectifs qui conditionnent son intérêt à moyen et long terme.

A – Mérite à court terme

Le revenu d'un élevage « naisseur-engraisseur » est fonction de deux paramètres-clés : (1) la productivité numérique (nombre de porcelets sevrés annuellement par truie présente dans le troupeau) dont dépend étroitement le prix de revient du porcelet de 25 kg, (2) la marge bénéficiaire par porc engraisé de 25 à 100 kg. Le type génétique du verrat terminal peut avoir un effet sur l'un et l'autre de ces paramètres.

1°) INFLUENCE DU VERRAT SUR LA PRODUCTIVITÉ NUMÉRIQUE

Nous nous plaçons ici dans le contexte de la monte naturelle qui est le mode de reproduction très largement dominant dans l'espèce porcine. Le verrat terminal peut jouer sur la productivité numérique de plusieurs façons :

- a) à travers son aptitude à remplir normalement sa fonction de reproduction dans des conditions d'utilisation variées et pas toujours optimales. Dans ce domaine, un premier type d'insuffisance est le manque d'**ardeur sexuelle** qui se manifeste par une longue préparation à la saillie (verrat « lent »), voire, de façon occasionnelle ou répétée, par un refus de saillir ; une mesure possible de l'ardeur sexuelle est, par exemple, le rapport du nombre de femelles saillies au nombre de femelles présentées. Avec la généralisation de la « conduite en bandes » du troupeau de truies, le problème de l'ardeur sexuelle du verrat prend encore plus d'importance, dans la mesure où le verrat peut être très sollicité sur une courte période. Dans d'autres cas, le comportement sexuel du verrat est normal mais l'insuffisance réside dans une fertilité réduite qui se traduit par un faible taux de réussite (nombre de femelles gestantes/nombre de femelles saillies) et, à la limite, par la stérilité. Une telle baisse de la fertilité du verrat est à l'origine d'une augmentation de l'intervalle sevrage-saillie fécondante dans le troupeau de truies et il en est de même quand il y a refus, au moins temporaire, de saillir.
- b) à travers sa « prolificité », définie comme le nombre moyen de porcelets nés vivants dans les portées qu'il engendre. On peut imaginer que certains types génétiques de verrats aient un effet défavorable sur le taux de survie des embryons pendant la gestation et sur le taux de mortinatalité.
- c) à travers son effet sur le taux de mortalité des porcelets pendant l'allaitement. Il existe des différences entre races pures pour ce caractère et elles sont dues pour une part à des différences d'« effet génétique direct » (gènes de viabilité du porcelet) et pour une part à des différences d'« effet génétique maternel » (gènes de comportement maternel et de production laitière par exemple). Les différences raciales d'effet génétique direct pour la viabilité du porcelet s'expriment partiellement quand les races sont utilisées comme lignée mâle.

A côté de ces diverses composantes de la valeur reproductive proprement dite, la longévité du verrat est aussi un aspect important dans la pratique. La principale cause de mortalité naturelle chez les reproducteurs porcins est probablement le syndrome d'hyperthermie maligne (appelé couramment, et d'ailleurs de façon impropre, « crise cardiaque ») développé par certains sujets génétiquement prédisposés à l'occasion d'un stress. Cette prédisposition génétique peut être détectée par le test d'anesthésie à l'halothane et on sait que la sensibilité à l'halothane, qui est un caractère « tout ou rien », est gouvernée par un gène récessif à pénétrance élevée : voir par exemple OLLIVIER et al. (1975) et SELLIER (1979). Parmi les causes de réforme précoce des verrats qui peuvent avoir une base héréditaire et en dehors des problèmes de reproduction déjà évoqués (manque d'ardeur sexuelle, subfertilité, faible « prolificité », ...), il y a lieu de mentionner la mauvaise qualité des aplombs (syndrome de faiblesse des pattes : LEFEBVRE et al., 1975 ; POINTILLART et GUEGUEN, 1978), à l'origine de troubles de la locomotion et d'inaptitude physique à l'accouplement.

Ces divers caractères sont rarement pris en compte dans les comparaisons entre lignées mâles réalisées en station expérimentale : leur étude pour être vraiment utile, requiert des effectifs importants et des enquêtes à grande échelle réalisées « en ferme » sont, semble-t-il, plus appropriées. Quoi qu'il en soit, il ne fait pas de doute que la valeur reproductive, au sens le plus large, est à prendre en considération quand on juge le mérite d'un verrat terminal.

2°) INFLUENCE DU VERRAT SUR LES CARACTÈRES DE PRODUCTION

L'influence du verrat terminal sur la marge brute par produit mis à l'engrais a évidemment une importance primordiale et c'est d'ailleurs elle qui est l'objet de la plupart des comparaisons entre lignées mâles. De ce point de vue, la valeur d'une lignée mâle dépend du coût d'engraissement des produits terminaux (efficacité alimentaire, vitesse de croissance), de leur prix de vente (poids de carcasse, teneur en gras et développement musculaire de la carcasse) et aussi de leur taux de mortalité pendant l'engraissement, y compris pendant le transport à l'abattoir (notamment mortalité due au stress). Comme nous l'avons vu, le « poids économique » des caractères de composition corporelle vis-à-vis des caractères déterminant le coût d'engraissement est variable selon les zones de production.

3°) LE « COÛT DE PRODUCTION » DU JEUNE VERRAT

Un dernier élément qui n'intéresse pas directement l'utilisateur mais que ne peut négliger, par exemple, une organisation économique qui commercialise des verrats terminaux est le coût de production du jeune verrat prêt à reproduire. Cet élément a déjà été évoqué indirectement à propos de la simplicité de mise en œuvre du croisement en retour : la production annuelle de mâles dans les deux noyaux de sélection « femelles » étant très supérieure aux besoins en mâles de renouvellement de ces noyaux et des élevages de multiplication produisant la truie croisée, le surplus de mâles peut couvrir les besoins de l'étage de production en verrats terminaux et le coût de production propre du verrat terminal est donc minimal. Dans le cas d'un schéma avec une lignée mâle spécialisée, à nombre égal de truies dans le (ou les) élevage(s) de sélection (et éventuellement de multiplication) de la lignée mâle, la production annuelle de verrats terminaux de bonne constitution et donc commercialisables varie selon la productivité numérique de la (ou des) race(s) impliquée(s) et le coût de production du verrat terminal en est affecté d'autant : de ce point de vue, les différences entre les lignées mâles usuelles peuvent aller jusqu'à 20 p.cent.

B – Mérite à long terme

Le jugement porté, à un moment donné, sur les différentes lignées mâles n'est pas une donnée immuable, d'abord parce que le contexte technique et économique de la production porcine peut connaître des changements, ensuite parce que ces lignées mâles peuvent évoluer génétiquement de façon plus ou moins rapide.

1°) ÉVOLUTION DES OBJECTIFS ET DU CONTEXTE DE PRODUCTION

Une telle évolution a déjà été observée au cours de la dernière décennie dans l'importance économique relative des performances d'engraissement et de la qualité de carcasse : depuis 1972, année de la mise en place de la grille C.E.E., les différences de prix entre classes commerciales n'ont pratiquement pas changé alors que, dans le même temps, le prix de l'aliment concentré a doublé (OLLIVER, 1981).

Sur ce même plan du mode de paiement des carcasses, la qualité de viande n'a pas actuellement d'incidence notable sur le prix de carcasse mais il n'est pas impossible qu'il en soit autrement à l'avenir : l'évaluation des lignées mâles candidates doit d'ores et déjà prendre en compte cet aspect.

Dans un tout autre domaine, dans l'hypothèse pour l'instant improbable où l'insémination artificielle se généraliserait dans l'espèce porcine, certains aspects jugés aujourd'hui importants chez le verrat terminal deviendraient secondaires. C'est le cas, par exemple, de la sensibilité au stress : un verrat sensible au stress, s'il risque de poser des problèmes dans un élevage, peut avoir une carrière tout à fait normale dans un centre d'insémination artificielle et, à condition que les truies présentes dans les élevages ne soient pas porteuses du gène de sensibilité à l'halothane (Hal^s), ses descendants ne sont pas sensibles au stress tout en bénéficiant partiellement du fort développement musculaire associé à la sensibilité à l'halothane (SELLIER, 1980b). A l'inverse, le développement de l'insémination artificielle donnerait de l'importance aux éventuelles différences entre lignées mâles pour la production de spermatozoïdes ou même l'aptitude à la congélation de la semence.

Ces exemples, le premier correspondant sans doute à une échéance prochaine et le second à une échéance beaucoup plus incertaine, illustrent la nécessité d'une vue aussi large que possible quant aux qualités à rechercher chez le verrat terminal.

2°) ESPÉRANCE DE PROGRÈS GÉNÉTIQUE

L'organisation économique qui décide d'entreprendre une opération « lignée mâle » doit aussi se préoccuper, au moment du choix, des possibilités d'amélioration génétique future de cette lignée mâle. De ce point de vue, la situation est différente selon qu'il s'agit de l'aptitude à la reproduction ou des caractères de croissance et de carcasse.

L'héritabilité des caractères qui contribuent à la valeur reproductive du verrat et que nous avons énumérés précédemment est, en règle générale, très mal connue : on a cependant des raisons de penser que des caractères comme la fertilité ou la « prolificité » du mâle sont très peu héréditaires et on sait par exemple que la qualité des aplombs est un caractère faiblement héréditable (h^2 de 10 à 20 p.cent : SMITH, 1966 ; MOLÉNAT, 1974 ; BERESKIN, 1979 ; WEBB et RUSSELL, 1981). Il y a donc peu à attendre de la sélection pour améliorer l'ensemble de ces caractères ou du moins pallier les insuffisances de certaines races pour l'un ou l'autre d'entre eux. En d'autres termes, les différences raciales observées à l'heure actuelle dans ce domaine ont peu de chances de se modifier beaucoup.

Par contre, pour les caractères de production qui déterminent la marge brute par porc engraisé et qui sont moyennement ou hautement héréditaires, des gains substantiels peuvent être obtenus – et ont été obtenus expérimentalement (voir, par exemple, OLLIVIER, 1977, 1980a) – par sélection. Le progrès génétique annuel attendu dans une population

$$\Delta G_a = iR s_A / t$$

dépend entre autres choses de l'intensité de sélection (i) et de la variabilité génétique « disponible » dans la population (s_A). Envisageons successivement ces deux paramètres.

a) – intensité de sélection

Dans un noyau de sélection ayant une politique de renouvellement donnée, l'intensité de sélection qu'on peut espérer réaliser chez les mâles (i_m) et chez les femelles (i_f) est fonction du nombre de candidats à la sélection et donc de la productivité numérique de la race concernée. Par ailleurs, l'intensité de sélection effectivement appliquée sera d'autant plus proche de l'intensité de sélection espérée qu'il y aura une fréquence plus faible d'éliminations pour des causes autres que l'indice de sélection lui-même : faiblesse des aplombs en fin de contrôle, mortalité due au stress, inaptitude à la saillie, retard de puberté, etc ... Qu'il s'agisse du pourcentage prévisible d'éliminations de ce type ou de la productivité numérique, il existe des différences notables entre les races susceptibles d'être retenues comme lignée mâle et l'intensité de sélection effectivement réalisable pour des intervalles de génération donnés chez les mâles (t_m) et chez les femelles (t_f) varie donc selon la race.

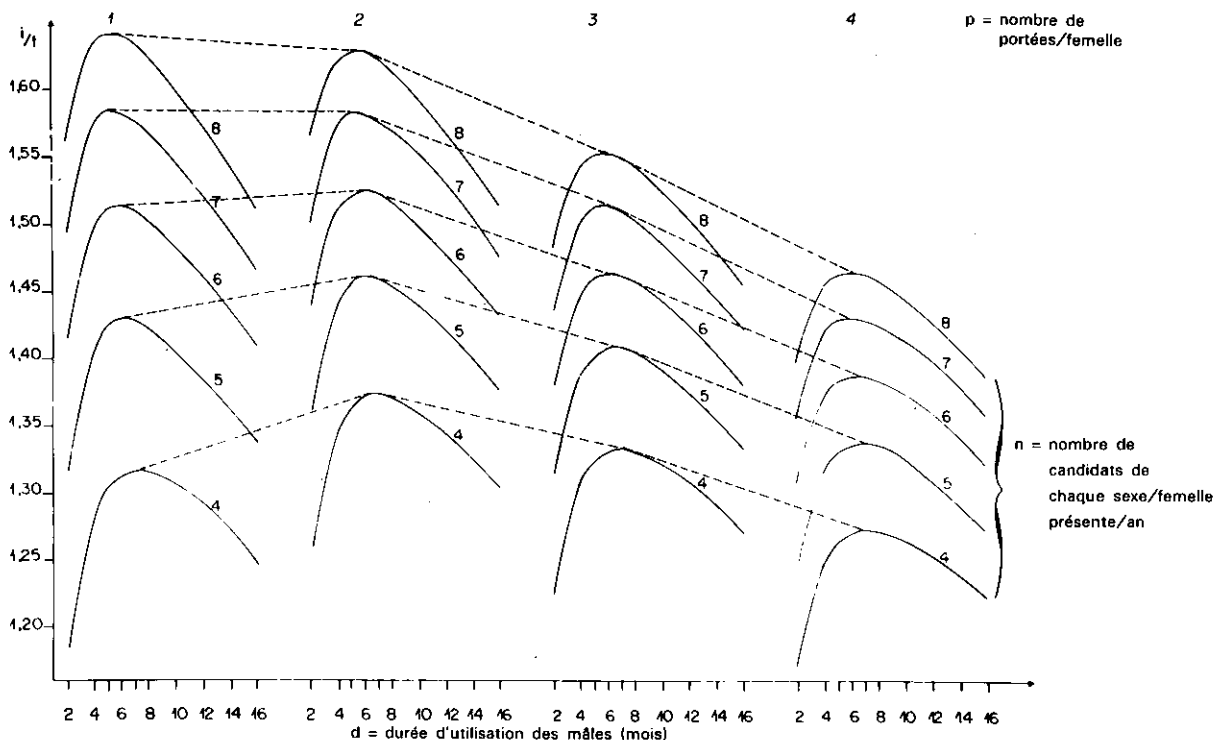
Pour situer de façon plus précise les différences de progrès génétique annuel attendu en sélection individuelle, considérons le cas d'un noyau de sélection où la reproduction est conduite en continu (générations imbriquées) et où l'effectif de reproducteurs est maintenu à 8 verrats et 100 truies. Appelons n le nombre de candidats de chaque sexe produits par truie et par an (n est le nombre de mâles et le nombre de femelles effectivement disponibles pour la sélection, c'est-à-dire dont l'indice est connu et qui sont aptes à la reproduction). Les variations du rapport

$$i/t = (i_m + i_f) / (t_m + t_f)$$

parfois appelé « effort de sélection », en fonction de n ($n = 4, 5, 6, 7$ ou 8) sont présentées graphiquement à la figure 1. Afin de déterminer approximativement la valeur optimum des taux de renouvellement annuels des reproducteurs mâles et femelles pour les différentes valeurs de n , nous avons fait varier la durée d'utilisation des verrats ($d = 2, 4, 6, \dots, 16$ mois) et des truies (nombre de portées $p = 1, 2, 3$ ou 4) dans le noyau de sélection. Il est supposé que les jeunes verrats, mis en service à l'âge de 8 mois, ont un an à la naissance de leurs premiers descendants

et que les verrats des différentes classes d'âge sont utilisés de façon égale dans le troupeau. Il est supposé par ailleurs que les truies mettent bas pour la 1^{ère} fois à un an et ensuite tous les 6 mois mais il n'est pas tenu compte de l'effet de l'âge de la mère sur la taille de portée.

FIGURE 1
VARIATIONS DU RAPPORT i/t (« EFFORT DE SÉLECTION »)
EN FONCTION DU NOMBRE DE CANDIDATS DE CHAQUE SEXE PRODUITS ANNUELLEMENT
PAR FEMELLE PRÉSENTE DANS LA POPULATION SOUMISE À SÉLECTION ET EN FONCTION
DE LA POLITIQUE DE RENOUVELLEMENT DES REPRODUCTEURS MÂLES ET FEMELLES



La figure 1 montre, comme il était prévisible, que le rapport i/t est affecté par la valeur de n . L'effet favorable de l'augmentation de n est d'autant plus marqué que le niveau moyen de ce paramètre est plus bas et que la vitesse de renouvellement des verrats et des truies dans le noyau de sélection est plus grande. Un accroissement de n d'une unité se traduit par un accroissement en valeur relative de i/t compris entre 2 % (pour $p = 4$, $d = 16$ et $n = 7$) et 10 % (pour $p = 1$, $d = 2$ et $n = 4$). Les durées d'utilisation des reproducteurs qui maximisent i/t sont d'autant plus courtes que n est plus élevé mais les différences sont assez minimales : la valeur optimum de d est de l'ordre de 6 mois et la valeur optimum de p est voisine de 2 ans. Dans le cas où des taux de renouvellement optimum ou proches de l'optimum sont pratiqués, i/t augmente d'environ 10 p. cent quand n passe, par exemple, de 4 à 6. Ces deux dernières valeurs sont une hypothèse plausible quant à l'étendue de variation de n pour les lignées mâles usuelles et le chiffre de 10 p. cent situe donc, en valeur relative, l'étendue de variation du progrès génétique annuel (ΔG_a) réalisable dans ces lignées mâles. Une différence de 10 p. cent, qui peut paraître modeste à première vue, n'est pas négligeable : en sélection individuelle sur la performance de production (écart-type génétique s_A d'environ 20 F) la corrélation (R) entre l'indice de sélection et l'objectif de sélection est de l'ordre de 0,5-0,6 et, avec une politique de renouvellement optimum, une différence de 10 p. cent pour ΔG_a équivaut à peu près à une différence de progrès génétique de 10 F par porc sur 6 ou 7 ans.

b) – variabilité génétique

Le problème de la variabilité génétique utilisable pour la sélection des caractères de production dans une lignée mâle ne sera que brièvement évoqué ici à propos des lignées synthétiques, c'est-à-dire de lignées nouvelles créées par fusion de plusieurs races (ou lignées) préexistantes. Nous avons donné plus haut deux exemples de lignées mâles porcines de ce type en France. Mentionnons aussi que la race canadienne Lacombe a été créée il y a une trentaine d'années à partir d'une « fondation croisée » à base de Landrace Danois, de Berkshire et de Chester White.

Un argument souvent avancé en faveur des lignées synthétiques est l'augmentation attendue, par rapport aux races pures établies, de la variance génétique additive (s_A^2) des caractères à améliorer et donc de la réponse à la sélection. La théorie laisse prévoir, du moins sous certaines hypothèses, que la variabilité génétique des caractères quantitatifs s'accroît dans une lignée synthétique mais, à notre connaissance, cet accroissement n'a pas à ce jour été vraiment démontré sur le plan expérimental dans les lignées synthétiques porcines : pour plus de détails sur cette question, voir, par exemple, les mises au point de HILL (1971) et LOPEZ-FANJUL (1974).

C – Conclusion

Les éléments concourant au mérite global d'une lignée mâle sont, on le voit, nombreux et très variés. Tous les caractères évoqués n'ont évidemment pas la même importance mais il n'est pas facile non plus d'attribuer à chacun d'eux une pondération quand il s'agit de faire un choix. Ce ne sont d'ailleurs pas les mêmes aspects qui ont l'importance prépondérante selon qu'on se place :

- du point de vue de l'éleveur qui engraisse des produits terminaux et qui est intéressé par la marge brute unitaire qu'ils lui procurent dans le contexte économique de sa région,
- du point de vue de l'éleveur qui remplit à la fois les fonctions de naisseur et d'engraisneur et qui, par rapport à l'éleveur précédent, a à se préoccuper en plus de l'effet du verrat sur la productivité numérique de son troupeau,
- du point de vue de l'organisation économique qui commercialise des verrats terminaux et qui doit s'attacher, par exemple, à produire un verrat présentant un maximum de garanties sur le plan de l'aptitude à la reproduction dès sa mise en service et capable d'avoir une longévité normale,
- ou encore du point de vue général de la « filière porc », y compris notamment les secteurs de la transformation et de la consommation, avec la prise en compte des divers aspects de la qualité de viande.

III – LE CHOIX D'UN VERRAT TERMINAL

Le problème du choix du verrat terminal n'est pas simple, non seulement parce que, nous venons de le voir, les qualités recherchées sont variées et d'importance inégale selon le point de vue où l'on se place mais aussi parce que les options possibles sont nombreuses. On peut considérer raisonnablement que les races « candidates » sont au nombre de 6 à savoir le Large White, le Landrace Français, le Landrace Belge, le Piétrain, le Hampshire et le Duroc (citées dans l'ordre de l'importance actuelle de leurs effectifs en sélection dans notre pays). Cela représente donc 21 types génétiques possibles de verrat terminal : 6 races pures et 15 combinaisons F_1 (les croisements F_1 réciproques n'étant pas distingués).

Pour faciliter l'analyse, il nous semble préférable de « découper » le problème. Faisant ici l'hypothèse que la truie parentale est dans tous les cas de type Landrace Français x Large White, on peut se ramener à deux grandes questions que nous allons traiter successivement :

1. – croisement en retour ou croisement à 3 voies avec une lignée mâle (plus ou moins) spécialisée.
2. – verrat de race pure ou verrat croisé.

A – Croisement en retour ou croisement à 3 voies

Avant d'analyser les résultats expérimentaux sur le mérite comparé des croisements en retour sur le Large White et le Landrace et des croisements à 3 voies avec une lignée mâle spécialisée, nous examinerons la question sous l'angle théorique de la variation du gain dû à l'hétérosis selon le plan de croisement.

1°) APPROCHE THÉORIQUE

Puisque nous parlons ici du verrat terminal, la seule variation en cause concerne la manifestation d'hétérosis relative aux « effets génétiques directs », c'est-à-dire l'hétérosis « individuel » (H^I), dont la valeur moyenne pour les principaux caractères est rappelée dans le tableau 4.

TABLEAU 4
VALEURS MOYENNES DE L'HÉTÉROSIS INDIVIDUEL (H^I)
POUR LES CARACTÈRES DE VIABILITÉ, DE CROISSANCE ET DE CARCASSE

RÉFÉRENCE	JOHNSON (1981a) (1)		SELLIER (1982) (2)	
	en unité du caractère	en % de la moyenne parentale (3)	en unité du caractère	en % de la moyenne parentale (3)
Taille de portée à la naissance	0,23	2,4	0,2	2
Taille de portée au sevrage	0,70	10,2	0,5	6
% survie naissance-sevrage	–	–	3	4
Poids individuel (kg) à 21 jours	0,16	2,8	–	–
à 42 jours	–	–	0,5	5
Poids de portée (kg) à 21 jours	4,2	12,0	–	–
à 42 jours	–	–	9	12
Gain moyen quotidien (g)	60	8,8	40	6
Age à 100 kg (jours)	–12,7	6,9	–10	5
Indice de consommation (kg d'aliment/kg de gain)	–	–	–0,06	2
Efficacité alimentaire (kg de gain/kg d'aliment)	0,017 (4)	5,9	–	–
Caractères de composition corporelle et qualité de viande	–	proche de 0	–	0

(1) Valeurs moyennes calculées à partir des résultats d'expériences de croisements nord-américaines (essentiellement à base de Duroc, Hampshire, Yorkshire, Chester White et Spot).

(2) Valeurs moyennes adaptées de SELLIER (1976a) avec prise en compte d'estimées postérieures à cette étude (expériences européennes et nord-américaines).

(3) Le signe + correspond à un avantage économique.

(4) Converti en indice de consommation (IC), ce chiffre correspond à une amélioration de 0,02 point d'IC, soit 0,6 %.

Dans le croisement avec une truie parentale AxB, on tire d'autant mieux parti de l'hétérosis individuel que le degré d'hétérozygotie du génotype du produit terminal est plus fort ou, en d'autres termes, que le verrat terminal est moins « apparenté » à la truie AxB. Le gain dû à l'hétérosis individuel est théoriquement égal à :

- H^I si le verrat appartient à une 3^{ème} race C ou provient d'un croisement de type CxD,
- $3/4 H^I$ si le verrat provient d'un croisement de type CxA ou CxB,
- et seulement $1/2 H^I$ si le verrat est de race A ou de race B (ou encore AxB).

A titre d'illustration, nous rapportons dans le tableau 5 les résultats de la comparaison réalisée par WILSON et JOHNSON (1981) entre l'ensemble des croisements à 3 voies entre les races Duroc, Hampshire et Yorkshire et l'ensemble des croisements en retour avec les mêmes

racés (dans les deux cas, les mères sont F₁ et l'hétérosis « maternel » est donc le même) : la supériorité des croisements à 3 voies est en bon accord avec la prévision théorique de la réduction de 50 p. cent de la manifestation d'hétérosis individuel quand on passe du croisement à 3 voies au croisement en retour.

TABEAU 5
COMPARAISON ENTRE LA MOYENNE DES 3 CROISEMENTS A 3 VOIES (3X)
ET LA MOYENNE DES 6 CROISEMENTS EN RETOUR (CR) A BASE DE HAMPSHIRE,
DUROC ET YORKSHIRE (WILSON et JOHNSON, 1981)

CARACTÈRE	DIFFÉRENCE (3X - CR)	
	VALEUR OBSERVÉE (1)	VALEUR «ATTENDUE» (2)
Taille de portée à la naissance	0,31	0,19
Taille de portée à 42 jours	0,50 *	0,38
Poids individuel à 42 jours (kg)	0,10	0,16
Poids de portée à 42 jours (kg)	5,4 *	4,8
% survie jusqu'à 42 jours	1,9	3,9
Gain moyen quotidien (g)	24 **	27
Age à 100 kg (j)	-4,7 **	-5,0
Efficacité alimentaire (kg de gain/kg d'aliment)	0,010 **	0,004

(1) * différence significative au seuil de 5 p. cent

** différence significative au seuil de 1 p. cent

(2) Calculée à partir de la valeur moyenne de H^I observée dans les croisements à 2 voies correspondants (YOUNG et al., 1976a et b), en supposant que l'hétérosis est une fonction linéaire du degré d'hétérozygotie et donc que H^I s'exprime à 50 p. cent dans les croisements en retour.

A ce fait d'ordre général, s'ajoute, dans le cas particulier du croisement en retour sur le Large White ou le Landrace Français, un autre fait ayant trait aux variations de l'hétérosis « spécifique » à chaque combinaison de races. Plusieurs études montrent que la combinaison Landrace x Large White (ou Yorkshire) manifeste relativement peu d'hétérosis (tant individuel que maternel) par rapport aux autres combinaisons : voir les références citées par SELLIER (1976a). Ceci explique d'ailleurs en partie (cf. tableau 4) que les valeurs moyennes de H^I calculées par JOHNSON (1981a) à partir des seules expériences américaines (et donc sans estimées sur la combinaison Landrace x Large White) soient généralement supérieures aux valeurs calculées par SELLIER (1982) à partir d'expériences dont plus du tiers porte sur cette combinaison de races. Si l'on distingue les effets d'hétérosis spécifique, le gain dû à l'hétérosis individuel dans le croisement terminal à base de truies Large White (A) x Landrace Français (B) s'écrit :

- $(H^I_{AC} + H^I_{BC})/2$ si le verrat est de race C,
- $(H^I_{AC} + H^I_{AD} + H^I_{BC} + H^I_{BD})/4$ si le verrat est CxD,
- $(H^I_{AB} + H^I_{AC} + H^I_{BC})/4$ si le verrat est CxA ou CxB,
- $H^I_{AB}/2$ si le verrat est de race A ou B (ou AxB).

Dans la mesure où H^I_{AB} est inférieur à H^I_{AC} et H^I_{BC}, le « handicap », en termes de gain dû à l'hétérosis individuel, des croisements en retour avec le Large White ou le Landrace se trouve encore accru. Prenons l'exemple du gain moyen quotidien et comparons le gain dû à l'hétérosis individuel dans les croisements en retour et dans les croisements à 3 voies avec des verrats (C) Piétrain ou Hampshire : les paramètres vraisemblables sont H^I_{AB} = 20-30 g et H^I_{AC} = H^I_{BC} = 50-60 g et le gain dû à l'hétérosis individuel est de 50-60 g dans les croisements à 3 voies et seulement de 10-15 g dans l'un et l'autre croisement en retour.

2°) RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

Le gain dû à l'hétérosis individuel (viabilité, vitesse de croissance et efficacité alimentaire) n'est pas le seul facteur en cause quand on compare des croisements en retour et à 3 voies : la valeur propre des races concernées pour l'aptitude à la reproduction du verrat et leur « valeur additive » pour les caractères exprimés par le produit terminal interviennent aussi.

a – Aptitude du verrat à la reproduction et effet sur la productivité numérique

Dans ce domaine, il y a lieu de distinguer le croisement en retour sur le Large White et le croisement en retour sur le Landrace Français. Sur le plan de la valeur reproductrice, le verrat Large White est, à beaucoup d'égards, supérieur au verrat Landrace Français. L'avantage du Large White sur le Landrace est bien établi pour la qualité des aplombs (GRONDALEN, 1974 ; GOEDEGEBUURE et al., 1980 ; LE DENMAT et al., 1980 ; WEBB et RUSSELL, 1981 ; REILAND et al., 1978, cités par NAKANO et al., 1981). Dans l'enquête de LE DENMAT et al. (1980), la longévité des verrats Large White est un peu supérieure à celle des verrats Landrace Français (âge à la réforme supérieur d'un mois environ). En insémination artificielle, le verrat Large White a un taux de réussite supérieur de 2 à 2,5 points de pourcentage par rapport au verrat Landrace Français selon BARITEAU (1981) mais un avantage du Landrace sur le Yorkshire est trouvé par KOH et al. (1976) pour le même caractère. En monte naturelle, il n'y a pas de différence notable de taux de réussite entre les deux races selon VAN DE PAS et al. (1973), COUANON (1977) et JOHNSON (1981c) : les problèmes liés au manque d'ardeur sexuelle du verrat sont toutefois plus fréquents en Landrace qu'en Large White (LE DENMAT et al., 1980 ; RUNAVOT, 1981). En ce qui concerne l'effet du verrat sur le nombre de porcelets nés par portée, un avantage du Large White sur le Landrace est trouvé dans la majorité des comparaisons : il est compris entre 0,05 et 0,7 porcelet né par portée dans les études de VAN DE PAS et al. (1973), FENDER et al. (1975a), COUANON (1977) et KENNEDY et MOXLEY (1978) et il est de 0,3 porcelet en insémination artificielle selon BARITEAU (1981). Une remarque est à faire à propos de cet avantage du verrat Large White pour l'effet sur la taille de portée à la naissance : il est a priori attribuable à une meilleure viabilité des embryons pendant la gestation et pourtant la différence entre les mères des deux races pour le taux de survie embryonnaire est, semble-t-il, en faveur du Landrace Français (LEGAULT et GRUAND, 1981). L'avantage du verrat Large White sur le verrat Landrace pour le nombre de porcelets nés par portée se retrouve, généralement un peu amplifié, au sevrage : + 0,1 à + 1 porcelet sevré par portée (VAN DE PAS et al., 1973 ; FENDER et al., 1975a ; COUANON, 1977 ; FAHMY et HOLTSMANN, 1977a).

Le verrat Large White apparaît donc comme préférable au verrat Landrace Français sur le plan de la valeur reproductrice et de l'effet sur la taille de portée.

Quant aux races utilisables comme lignée mâle d'un croisement à 3 voies (Piétrain, Landrace Belge, Hampshire et Duroc), elles présentent des caractéristiques de valeur reproductrice variables : nous allons tenter de faire le point à ce sujet, en soulignant d'entrée que l'information est encore peu fournie pour plusieurs caractères. Pour cette présentation, nous prendrons en général comme terme de comparaison le Large White dans la mesure où il réunit un maximum d'avantages de ce point de vue.

- **ardeur sexuelle.** Le Piétrain et le Duroc ne posent pas, semble-t-il, de problème particulier sur ce plan : notons seulement que, selon NEELY et ROBISON (1980), le Duroc a une « activité sexuelle » un peu inférieure à celle du Yorkshire (Américain). On retrouve parfois chez les verrats Landrace Belge le manque d'ardeur sexuelle déjà signalé à propos du Landrace Français. Le même défaut est attribué par certains au verrat Hampshire : remarquons cependant que WILSON et al. (1977) ne trouvent pas de différence notable entre le Hampshire et le Duroc pour le comportement sexuel de verrats âgés de 7 mois et demi à 9 mois.
- **qualité des aplombs.** La faiblesse des membres (ostéochondrose), en particulier des membres postérieurs, passe pour être essentiellement une caractéristique du Landrace (et donc du Landrace Belge comme du Landrace traditionnel) : les résultats de la comparaison entre 6 races pures réalisée par GOEDEGEBUURE et al. (1980) confirment cette réputation. Cette même étude indique que le Hampshire et le Piétrain ne diffèrent pas significativement du Yorkshire pour la qualité des aplombs. Par contre, le Duroc, qui occupe une position intermédiaire pour la qualité des membres postérieurs, arrive au dernier rang pour la qualité des membres antérieurs dans la comparaison de GOEDEGEBUURE et al. (1980) : ce résultat rejoint les observations faites aux États-Unis au sujet du Duroc (BERESKIN, 1979 ; DREWRY, 1979).
- **sensibilité au stress.** Le risque de mortalité subite due au syndrome d'hyperthermie maligne (SHM) est un autre élément déterminant de la longévité des reproducteurs. Des différences entre races existent de ce point de vue si l'on en juge par les fréquences raciales, maintenant

bien connues, de la sensibilité à l'halothane (OLLIVIER et al., 1978; SELIER, 1979; FRANCESCHI et OLLIVIER, 1981). La fréquence du SHM est, comme chez le Large White, très faible ou nulle chez le Duroc et le Hampshire. Elle est intermédiaire chez le Landrace « d'appellation non-Belge », mais avec une très grande variation entre les populations nationales: 5 p.cent chez le Landrace Norvégien, 10-12 p.cent chez le Landrace Anglais, 15-18 p.cent chez le Landrace Français, 20-24 p.cent chez le Landrace Néerlandais, plus de 50 p.cent chez le Landrace Allemand. La fréquence du SHM est la plus élevée chez le Landrace Belge et le Piétrain (60 p.cent et plus). Ceci étant dit, on manque d'informations précises sur le risque réel de mortalité due au stress des verrats sensibles à l'halothane dans les conditions de leur utilisation « en ferme ». Ce risque existe mais ne doit pas être surévalué. Les données enregistrées depuis 7 ans dans le troupeau Piétrain entretenu par l'I.N.R.A. à Avord (Cher) montrent que le taux de mortalité due au SHM chez des verrats génétiquement prédisposés peut être abaissé à une valeur très faible au prix de quelques précautions d'utilisation. Signalons aussi que la longévité des verrats Piétrain dans les centres d'insémination artificielle est tout à fait normale.

- **fertilité.** Les données disponibles sur les différences entre races pour la fertilité du mâle sont relativement peu nombreuses. En insémination artificielle, les verrats Piétrain et Landrace Belge ont un taux de réussite un peu supérieur (+ 2 points) à celui des verrats Large White (BARITEAU, 1981). Dans l'étude de VAN DE PAS et al. (1973), conduite en monte naturelle, le taux de réussite des verrats Piétrain (94 p.cent) est un peu inférieur à celui des verrats Yorkshire et Landrace Néerlandais (97 p.cent). Les chiffres rapportés par COUANON (1977) montrent que les verrats Landrace Belge et Piétrain sont très comparables aux verrats Large White et Landrace Français quant à l'effet sur l'intervalle sevrage-saillie fécondante du troupeau de truies. D'après les résultats rapportés par KOH et al. (1976), CONLON et KENNEDY (1978), DREWRY (1980) et JOHNSON (1981c), les races Duroc et Hampshire diffèrent peu du Yorkshire et (ou) du Landrace sur le plan de la fertilité du mâle: remarquons toutefois que WILSON et al. (1977) trouvent un avantage marqué du Duroc vis-à-vis du Hampshire pour la fertilité de jeunes verrats âgés de moins de 9 mois.
- « **prolificité** ». Contrairement à la fertilité, l'effet de la race du père sur la taille de portée a été abondamment étudié mais les résultats de ces investigations sont assez contradictoires. La tendance observée de façon quasi-constante, au moins pour le nombre de porcelets nés, va dans le sens de la supériorité du Large White (ou Yorkshire) non seulement sur le Landrace comme nous l'avons vu mais aussi sur les autres races. Une supériorité du verrat Large White sur le verrat Piétrain ou sur le verrat Landrace Belge est mise en évidence par KING (1968), VAN DE PAS et al. (1973), FENDER et al. (1975a), COUANON (1977) et BARITEAU (1981) mais cette supériorité est rarement significative: on peut la situer, en moyenne, à 0,2-0,3 porcelet né par portée. De la même façon, dans les études nord-américaines, une légère supériorité du Yorkshire sur le Duroc est généralement trouvée: NELSON et ROBISON (1976), YOUNG et al. (1976a), KOH et al. (1976), FAHMY et HOLTSMANN (1977a), KUHLLERS et al. (1980), WILSON et JOHNSON (1981). Les nombreux résultats concernant le Hampshire se caractérisent par une grande incohérence: quelques études lui sont favorables (FENDER et al., 1975a; KOH et al., 1976), voire très favorables (KING, 1968), alors que beaucoup d'autres études vont, de façon plus ou moins nette, dans le sens d'un effet dépressif du verrat Hampshire sur la taille de portée, en particulier au sevrage: AVERDUNK et SCHMIDT (1973), SELIER et JACQUET (1973), COUANON (1977), ANDERSSON (1980) en Europe; YOUNG et al. (1976a), NELSON et ROBISON (1976), DREWRY (1980), KUHLLERS et al. (1981), WILSON et JOHNSON (1981) aux États-Unis. Le manque de cohérence des résultats relatifs au Hampshire peut être mis, pour une bonne part, sur le compte du hasard car la plupart des études sont de taille limitée mais il convient aussi de souligner que les résultats très favorables au verrat Hampshire rapportés par KING (1968) ont été obtenus dans les conditions très particulières d'une monte en liberté.

b - Effet sur la marge brute par produit terminal à l'engraissement

Dans le domaine des performances d'engraissement et de carcasse, les évaluations expérimentales des différentes races porcines quand elles sont utilisées comme lignées mâles de croisement sont très nombreuses, même si on limite l'examen de la littérature aux données relativement récentes, par exemple celles recueillies dans la dernière décennie. L'interprétation de

résultats obtenus dans différents pays n'est pas toujours immédiate, dans la mesure où le niveau génétique d'une race donnée peut varier selon le pays. On situe, par exemple, assez mal le Yorkshire Américain (ou Canadien) par rapport au Yorkshire (ou Large White) Européen pour les caractères de production. De la même façon, nous avons vu que la fréquence du gène de la sensibilité à l'halothane (Hal^s) varie du simple au triple ou au quadruple selon les populations nationales de Landrace en Europe (Landrace Belge non compris) : ceci n'est pas sans conséquence sur leur valeur moyenne pour les caractéristiques de carcasse, du fait de l'importance de l'effet du locus concerné (Hal) sur ces caractéristiques et en particulier sur le développement musculaire (OLLIVIER et al., 1978 ; OLLIVIER, 1980b ; WEBB, 1981).

Pour juger le mérite des différentes lignées mâles du point de vue des performances d'engraissement et de la qualité de carcasse des produits terminaux, nous nous appuyons surtout sur les résultats du programme d'évaluation qui a été mis en place à partir de 1970-71 par le Département de Génétique animale de l'INRA et qui a pris fin en 1980. Ce programme a comporté, rappelons-le, plusieurs phases successives, une lignée mâle témoin (le Piétrain de race pure) étant présente dans chacune de ces phases. Un premier bilan de ce programme a été présenté par OLLIVIER et al. (1978) : nous incluons dans ce second bilan les résultats de la dernière phase du programme, rapportés par SELIER (1981). Les comparaisons réalisées dans chaque phase du programme sont décrites dans le tableau 6. Au total, en plus du témoin Piétrain, cinq races ont été ainsi évaluées en croisement : Hampshire (à 2 reprises), Landrace Français, Large White (avec 2 « sous-populations »), Landrace Belge (à 2 reprises) et Duroc. Un type génétique de verrat issu de croisement (Piétrain x Hampshire) a été aussi évalué. Rappelons encore que le « support femelle » utilisé pour comparer ces différents types génétiques de verrat terminal était très généralement Landrace Français x Large White, qu'une alimentation ad libitum était pratiquée et que les animaux étaient abattus à un poids vif voisin de 100 kg. Pour plus de détails sur les modalités spécifiques à chaque comparaison, on peut se reporter aux différentes communications présentées lors des Journées de la Recherche Porcine (SELLIER et JACQUET, 1973 ; SELIER 1975a, 1975b, 1976b ; BOLET et al., 1977 ; SELIER, 1977, 1981).

TABEAU 6
PROGRAMME I.N.R.A. D'ÉVALUATION DE LIGNÉES MALES PORCINES
POUR LE CROISEMENT TERMINAL
(Département de Génétique animale de l'I.N.R.A., 1971-1979)

N° de la comparaison (a)	support femelle	Date de naissance des produits	TYPE GÉNÉTIQUE DU PÈRE							
			Piétrain (témoin) XP	Hampshire XH	Hampshire x Piétrain XHP	Landrace Français XLF	Large White (b)		Landrace Belge XLB	Duroc XD
							XLW ₁	XLW ₂		
1	LW	1971-72	203 (7)(c)	171 (5)						
2	LW, LF x LW	1972-73	302 (11)		418 (11)					
3	LF x LW	1973	122 (7)			108 (8)				
4	LF x LW	1973	56 (7)			59 (8)				
5	LF x LW	1974	152 (5)						164 (12)	
6 A	LF x LW	1975	51 (6)				50 (7)	41 (6)		
(d) B	"	"	49 (6)				51 (7)	46 (6)		
7	LF x LW	1978-79	141 (10)	140 (13)					144 (15)	148 (11)

(a) références bibliographiques : 1 = SELIER et JACQUET (1973) 2 = SELIER (1975a) 3 = SELIER (1975b)
4 = BOLET et al. (1977) 5 = SELIER (1976b) 6 = SELIER (1977) 7 = SELIER (1981)

(b) LW₁ = Large White « Poitou », programme de sélection de Rouillé (OLLIVIER, 1977)
LW₂ = Large White « standard », programme national de l'UPRA (verrats issus des stations publiques de contrôle individuel).

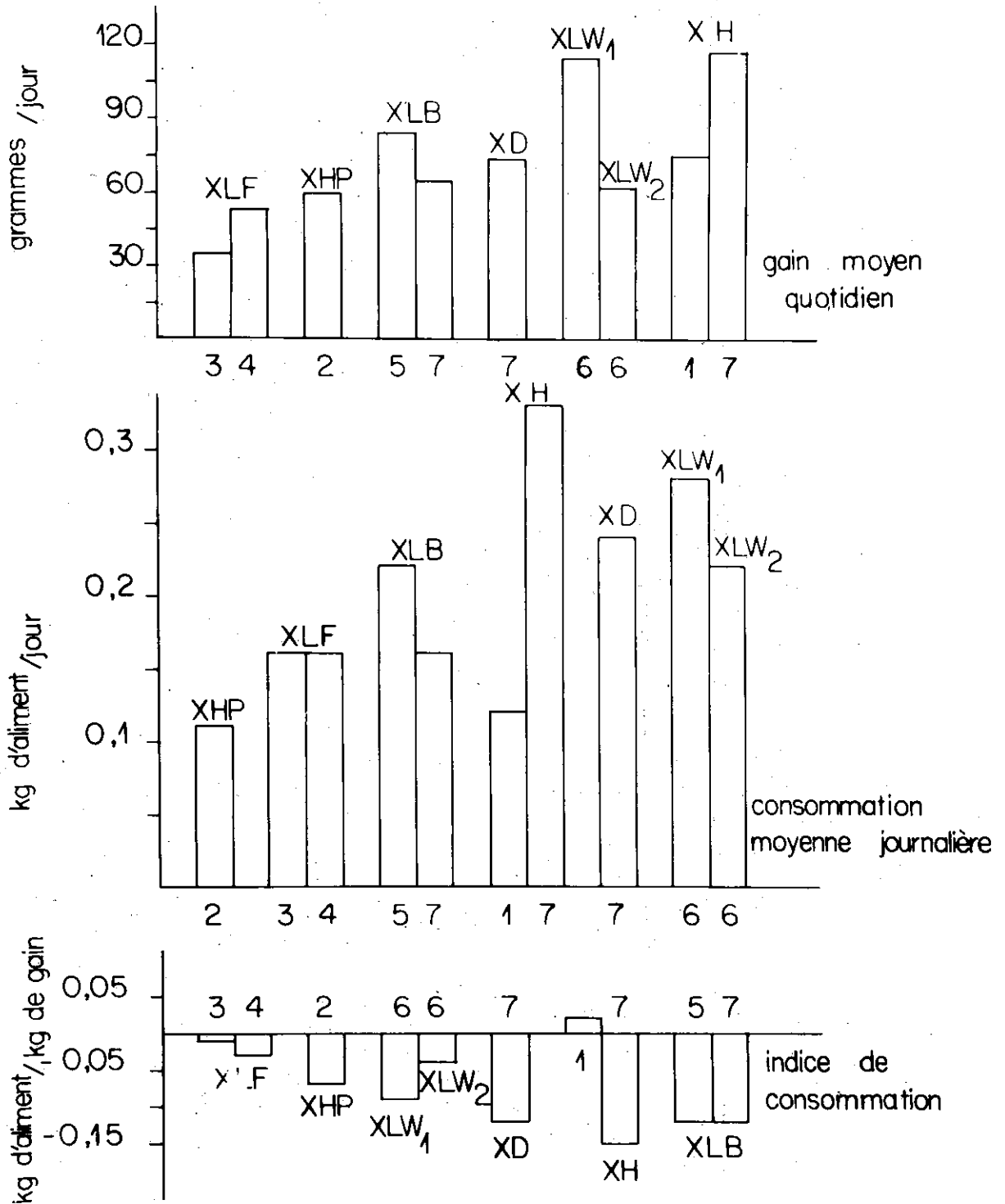
(c) nombre de porcs contrôlés et, entre parenthèses, nombre de pères utilisés.

(d) A = abattage à 92 kg
B = abattage à 111 kg

Les principaux résultats de ce programme sont présentés graphiquement aux figures 2 et 3. La figure 2 concerne les trois critères d'engraissement habituels : gain moyen quotidien, consommation moyenne journalière d'aliment, indice de consommation.

FIGURE 2
 RÉSULTATS DU PROGRAMME I.N.R.A. D'ÉVALUATION
 DE DIFFÉRENTS TYPES GÉNÉTIQUES DE VERRAT TERMINAL
 POUR LE GAIN MOYEN QUOTIDIEN, LA CONSOMMATION MOYENNE JOURNALIÈRE D'ALIMENT
 ET L'INDICE DE CONSOMMATION

Les performances sont exprimées en écart aux croisés Piétrain et les numéros des comparaisons (cf. tableau 6) sont indiqués sur l'échelle horizontale.



A la figure 3 sont présentés les résultats relatifs à un critère global de composition corporelle, à savoir le poids de tissu maigre dans la carcasse : ce critère prend en compte à la fois les variations du poids de la carcasse (rendement) et les variations de la composition tissulaire de cette carcasse. Précisons que le pourcentage de tissu maigre dans la carcasse a été estimé à l'aide d'une équation de prédiction établie par HAMELIN (1975) et incluant les pourcentages de jambon, de longe, de hachage, de poitrine, de bardière et de panne dans la demi-carcasse soumise à la découpe parisienne normalisée (1). Nous présentons également à la figure 3 les résultats concernant deux variables, parfois qualifiées de « biologiques » (FOWLER et al., 1976 ; OLLIVIER, 1981) et qui synthétisent la performance de production : la vitesse de croissance du tissu maigre et l'indice de transformation en tissu maigre (c'est-à-dire le rapport de l'aliment consommé au gain de poids du tissu maigre, pour un gain de poids vif donné). Pour le calcul de ces deux variables, en l'absence d'une estimation de la composition corporelle au début de la période de contrôle, il est supposé que le rapport poids de tissu maigre/poids vif d'un porc est le même à 30 et à 90-100 kg : cette hypothèse est vraisemblable et, de toute façon, le fait qu'elle ne soit pas exactement respectée n'affecte pas notablement les comparaisons, comme le remarquent FOWLER et al. (1976).

Pour faciliter l'interprétation de ces résultats et en particulier pour mieux apprécier l'amplitude plus ou moins grande de la variation entre types génétiques selon le caractère considéré, nous avons adopté aux figures 2 et 3 une « échelle standardisée », en ce sens qu'1 cm, par exemple, correspond, quel que soit le caractère, à une même fraction de l'écart-type phénotypique (intra-type génétique) du caractère. Les valeurs retenues pour ces écarts-type sont les suivantes : 70 g pour le gain moyen quotidien, 0,12 kg d'aliment pour la consommation moyenne journalière d'aliment, 0,25 kg d'aliment/kg de gain pour l'indice de consommation, 3,2 kg pour le poids de tissu maigre produit, 30 g/j pour la vitesse de croissance du tissu maigre et 1,1 kg d'aliment pour l'indice de transformation en tissu maigre.

On voit ainsi que le caractère pour lequel la variation relative entre les 7 types génétiques étudiés est la plus forte est la consommation journalière d'aliment : l'étendue de variation est supérieure à 2 écarts-type du caractère. Le système d'alimentation ad libitum pratiqué dans l'ensemble de ce programme expérimental permet une pleine expression des variations génétiques de l'appétit et on sait qu'il existe de très importantes différences entre races de ce point de vue : par exemple, le taux de réduction de la consommation journalière spontanée chez le Piétrain, vis-à-vis du Large White et du Landrace, est de l'ordre de 20 p.cent en alimentation ad libitum (SELLIER et al., 1974 ; PETERSEN, 1978) et atteint presque 15 p.cent en alimentation semi-ad libitum (CÔP et BUITING, 1977). Les différences entre types génétiques trouvées ici pour la consommation journalière d'aliment sont, dans l'ensemble, conformes à l'attente : notons cependant que l'appétit des croisés Landrace Français (XLF) semble avoir été « sous-évalué » dans cette étude et qu'en réalité il se situe à un niveau un peu plus haut que ne l'indique la figure 2.

La variation entre types génétiques pour le gain moyen quotidien (GMQ), elle aussi relativement importante, reflète pour une bonne part la variation de la consommation moyenne journalière (CMJ). Ce « parallélisme » explique que la variation entre types génétiques pour l'indice de consommation IC (égal au rapport CMJ/GMQ) est relativement minime. Ce qualificatif ne signifie pas que les différences trouvées (qui vont jusqu'à 0,15 point) soient sans portée économique mais il traduit le fait qu'entre types génétiques l'efficacité alimentaire est beaucoup moins « variable » que la vitesse de croissance, en particulier en alimentation ad libitum. Compte-tenu de ce qui a été dit plus haut à propos de la manifestation attendue de l'hétérosis individuel dans les croisements en retour et à 3 voies, les différences trouvées entre les produits terminaux des 7 lignées mâles étudiées, tant pour le GMQ que pour l'IC, sont généralement en bon accord avec ce qu'on sait des différences entre les races pures (SELLIER et al., 1974 ; BRASCAMP et al., 1979 ; DAGORN et al., 1981) et avec les résultats d'évaluations comparables réalisées en Europe (VAN DE PAS et al., 1973 ; FENDER et al., 1975b, 1976 ; LISHMAN et al., 1975). Les résultats concernant les croisés Hampshire (XH) et les croisés Duroc (XD) méritent cependant quelques commentaires particuliers. Notre première évaluation de la race Hampshire (comparaison n° 1) est déjà ancienne et remonte à une époque où cette race commençait seulement à s'implanter en France à partir d'un très petit échantillon de reproducteurs : nous rapportons ici pour mémoire les résultats de cette 1^{ère} évaluation mais il semble préférable de juger le Hampshire sur les résultats de sa 2^{ème} évaluation (comparaison n° 7) réalisée plus récemment et sur une base plus représentative.

(1) % tissu maigre = 2,352 (% jambon) + 2,566 (% longe) + 2,164 (% poitrine) + 1,789 (% hachage) + 0,943 (% bardière) + 0,956 (% panne) - 1,512.

En ce qui concerne le Duroc, dont l'introduction en France est très récente, les résultats présentés ici constituent une première évaluation et demandent à être confirmés, comme nous avons déjà eu l'occasion de le souligner (SELLIER, 1981). Alors que les résultats de la comparaison n° 7 mettent en évidence une supériorité des porcs XH sur les porcs XD pour la vitesse de croissance, les résultats nord-américains, obtenus comme ici en alimentation à volonté, indiquent de façon quasi-constante que le Duroc est supérieur au Hampshire de ce point de vue, tant en race pure que comme lignée mâle de croisement (NELSON et ROBISON, 1976; YOUNG et al., 1976b; FAHMY et HOLTMANN, 1977b; MILLER et al., 1979; WILSON et JOHNSON, 1981; SCHNEIDER et al., 1981b). Par contre, en ce qui concerne l'indice de consommation, l'absence de différence vraiment notable entre XH et XD trouvée ici est en accord avec les résultats nord-américains, du moins les plus récents d'entre eux (YOUNG et al., 1976b; FAHMY et HOLTMANN, 1977b; WILSON et JOHNSON, 1981) et avec les résultats de la comparaison de races pures de BRASCAMP et al. (1979).

En ce qui concerne le poids de tissu maigre produit par porc abattu à 100 kg vif, les différences trouvées entre les types génétiques étudiés traduisent non seulement des différences de pourcentage de muscle dans la carcasse (comprises entre 0,5 et 4,5 points) mais aussi des différences de rendement en carcasse (comprises entre 0,1 et 1,2 point) : le classement des types génétiques est d'ailleurs à peu près le même pour l'un et l'autre caractère. Comme il était prévisible, les croisés Piétrain (XP) et Landrace Belge (XLB) ont donné les meilleurs résultats pour le poids de muscle produit par porc. La supériorité du Piétrain et du Landrace Belge, tant pour le rendement en carcasse que pour le pourcentage de muscle dans la carcasse, a été maintes fois démontrée, que ce soit en race pure (voir, par exemple, LEAN et al., 1972; SELLIER et al., 1974; DESMOULIN et POMMERET, 1974; KING et al., 1975; HOWARD et SMITH, 1977; BRASCAMP et al., 1979; DAGORN et al., 1981) ou comme lignée mâle de croisement (voir, par exemple, VAN DE PAS et al., 1973; FENDER et al., 1975b, 1976; HOWARD et SMITH, 1976; PAVLIK et al., 1981). L'avantage du Piétrain et du Landrace Belge pour le rendement en carcasse et pour le pourcentage de muscle est lié pour une grande part à la fréquence élevée du gène de sensibilité à l'halothane (Hal^s) dans ces races : la liaison étroite entre la sensibilité à l'halothane et les caractères de composition corporelle (en particulier les critères de développement musculaire) est maintenant bien connue (voir, par exemple OLLIVIER et al., 1978 et MONIN et al., 1981) et il y a tout lieu de penser que l'effet du gène Hal^s est additif (voir la revue de WEBB, 1981) et s'exprime donc partiellement chez les produits de croisement issus de verrats Piétrain et Landrace Belge. Les croisés Hampshire (XH) occupent une position intermédiaire entre d'une part les croisés XP et XLB et d'autre part les croisés Duroc (XD) et Large White (XLW) : ce résultat est en accord avec les évaluations, en race pure et en croisement, du Hampshire en Europe (voir, par exemple, SMITH et al., 1973; KING, 1975; LISHMAN et al., 1975; FENDER et al., 1975b, 1976; BRASCAMP et al., 1979; ANDERSSON, 1980) et, vis-à-vis du Duroc, aux États-Unis (voir la revue de JOHNSON, 1981b). Notons cependant que, sur le plan de la composition corporelle, la position des porcs XD vis-à-vis des porcs XH dans notre étude apparaît moins défavorable que ne le laissent prévoir les comparaisons nord-américaines. Enfin, un « correctif » est, semble-t-il, à apporter à nos résultats quant au poids de tissu maigre produit par les croisés Landrace Français (XLF) : les moyennes des races pures (SELLIER et al., 1974; DESMOULIN et POMMERET, 1974; DAGORN et al., 1981) indiquent en effet que le Landrace Français est nettement inférieur au Landrace Belge et à peu près au niveau du Large White pour le rendement en carcasse et le pourcentage de muscle dans la carcasse.

Pour la vitesse de croissance du tissu maigre, les croisés Hampshire et Landrace Belge donnent, de façon assez nette, le meilleur résultat : ils combinent une bonne valeur pour le gain de poids vif journalier et une bonne valeur pour la composition tissulaire du gain de poids. Les croisés Piétrain et les croisés Large White arrivent, par des voies différentes, à un résultat à peu près identique, pour la vitesse de croissance du tissu maigre.

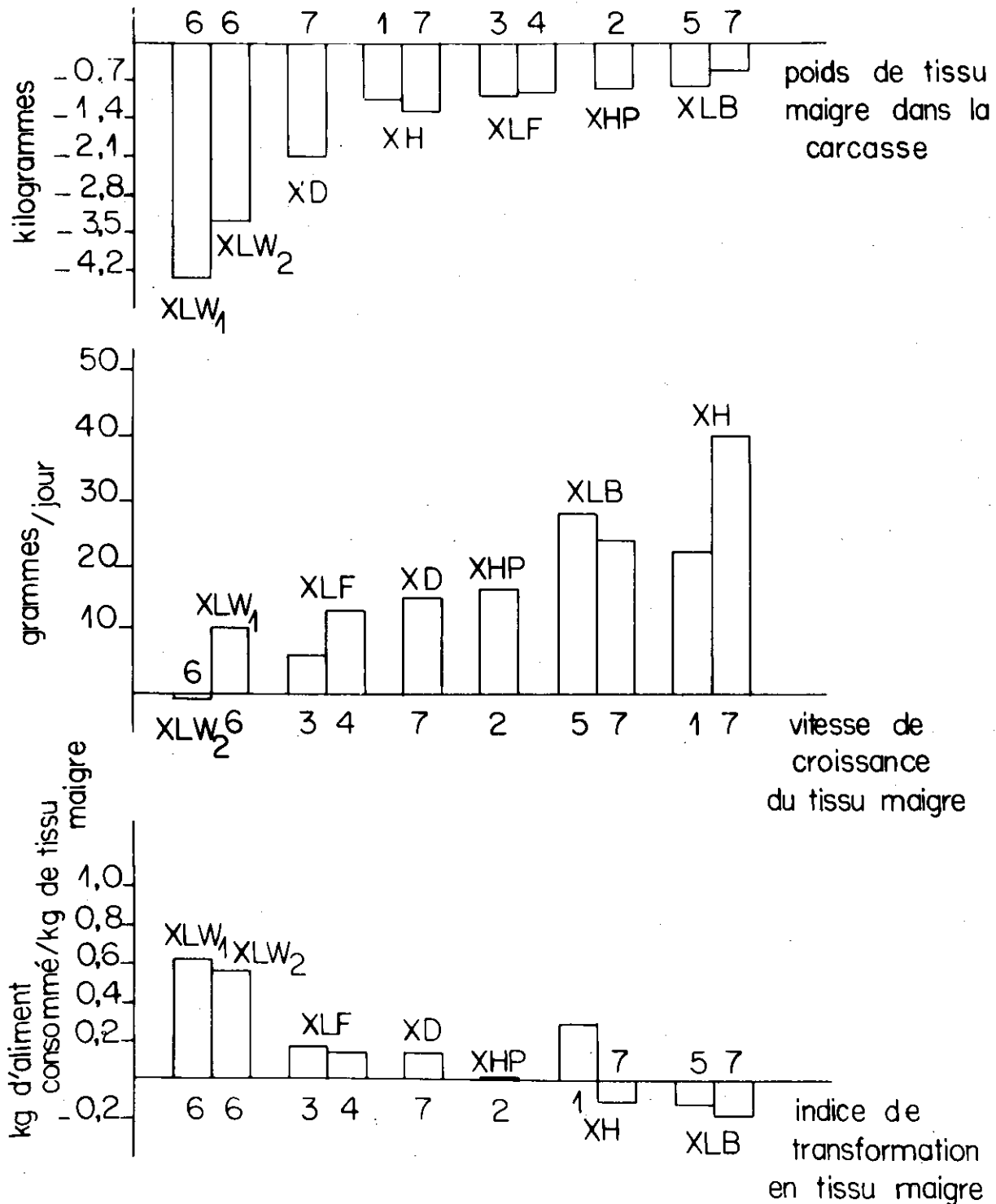
L'indice de transformation en tissu maigre peut être considéré comme le critère synthétique le plus représentatif de la productivité du porc en croissance. Pour ce critère comme pour l'indice de consommation, la variation entre types génétiques est relativement réduite. Un avantage général des croisements à 3 voies sur les croisements en retour est toutefois mis en évidence

du point de vue de l'efficacité de la conversion de l'aliment en tissu maigre et, comme pour la vitesse de croissance de ce tissu maigre, les résultats sont en faveur des produits terminaux issus de verrats Landrace Belge et Hampshire.

FIGURE 3

RÉSULTATS DU PROGRAMME I.N.R.A. D'ÉVALUATION DE DIFFÉRENTS TYPES GÉNÉTIQUES DE VERRAT TERMINAL POUR LE POIDS DE TISSU MAIGRE DANS LA CARCASSE,

LA VITESSE DE CROISSANCE DU TISSU MAIGRE ET L'INDICE DE TRANSFORMATION EN TISSU MAIGRE (cf. figure 2 et tableau 7).



La qualité du tissu maigre produit est également un aspect important. Nous résumons dans le tableau 7 les résultats obtenus sur quelques critères classiques de qualité de viande dans le programme I.N.R.A. d'évaluation de lignées mâles. De façon schématique, on peut distinguer trois groupes de verrats terminaux :

- les meilleurs résultats sont observés chez les produits issus de verrats Large White, Landrace Français et Duroc,
- les croisés Piétrain et Landrace Belge occupent une position intermédiaire,
- les produits terminaux issus de verrats Hampshire et, dans une moindre mesure, ceux issus de verrats Piétrain x Hampshire présentent une qualité de viande significativement inférieure.

TABEAU 7
INFLUENCE DU TYPE GÉNÉTIQUE DU VERRAT TERMINAL SUR QUELQUES CRITÈRES
DE QUALITÉ DE VIANDE, MESURES 24 HEURES *POST MORTEM*
CHEZ DES PRODUITS DE CROISEMENT
(programme I.N.R.A.)

Type génétique du verroat	n° de la comparaison (a)	EN ÉCART AU TÉMOIN PIÉTRAIN (a)			
		pH moyen du jambon (b)	pH Long dorsal	Réflectance Fessier superficiel	Temps d'imbibition Long vaste (en secondes)
Large White 1	6	+0,07 *	+0,06 *	- 59 *	+ 39 *
Large White 2	6	+0,01 ns	+0,06 *	+ 2 ns	+ 26 *
Landrace Français	3	+0,03 ns	+0,06 *	- 53 *	+ 37 *
Duroc	7	- 0,02 ns	+ 0,03 ns	- 15 ns	+ 24 *
Landrace Belge	5	+0,03 ns	+0,00 ns	- 18 ns	+ 16 ns
	7	- 0,01 ns	- 0,01 ns	- 9 ns	+ 2 ns
Hampshire x Piétrain	2	- 0,08 *	-	+ 52 *	- 8 *
Hampshire	1	- 0,21 *	-	+ 67 *	- 16 *
	7	- 0,20 *	- 0,06 *	+ 81 *	+ 4 ns

(a) voir tableau 6.

(b) pH moyen de 2 muscles du jambon dans la comparaison n° 2 et de 3 muscles du jambon (Adducteur, Long vaste, Fessier superficiel ou Demi-membraneux) dans les autres comparaisons.

Sans entrer ici dans une discussion détaillée de ces résultats, deux commentaires principaux sont à faire.

En premier lieu, le verroat Piétrain et le verroat Landrace Belge, quand ils sont utilisés en croisement avec une femelle de type Landrace x Large White, donnent des produits terminaux dont la qualité de viande est « convenable ». Ce résultat n'est pas inattendu si on le considère sous l'angle de la liaison entre la sensibilité à l'halothane et la prédisposition à donner une viande exsudative : voir SELLIER (1980a, 1980b) pour une discussion de ce problème.

En second lieu, la race Hampshire a un effet défavorable sur la qualité de la viande : nos deux évaluations (comparaisons n°1 et n° 7) sont parfaitement concordantes sur ce point et confirment les résultats d'autres études citées par SELLIER (1981). Cet effet est de type « additif » comme le montre bien la position intermédiaire des croisés XHP entre les croisés XP et XH. Ce résultat indique incidemment que la sensibilité à l'halothane n'est pas le seul facteur génétique responsable de l'apparition de viandes de type exsudatif : ce facteur ne peut pas être invoqué dans le cas du Hampshire, si l'on se réfère à la très faible incidence de la sensibilité à l'halothane dans cette race.

B – Verrat de race pure ou verat croisé

Nous avons vu plus haut que le recours à un verat terminal issu de croisement (par exemple Hampshire x Landrace Belge, Hampshire x Piétrain, Piétrain x Large White, Landrace Belge x Large White) est une pratique de plus en plus fréquente en France.

Remarquons d'abord que pour les performances d'engraissement et de carcasse du produit terminal, la valeur de la descendance des verrats provenant d'un croisement CxD, par exemple, est égale à la moyenne des valeurs de la descendance des verrats de la race C et de la descendance des verrats de la race D. Cette prévision théorique a reçu plusieurs confirmations expérimentales (REMPEL et al., 1964 ; KING, 1968 ; SCHLOTE et al., 1974 ; LISHMAN et al., 1975 ; FAHMY et HOLTMANN, 1977a ; KENNEDY et CONLON, 1978). Nos propres résultats sur les produits de croisement de verrats Piétrain, Hampshire x Piétrain et Hampshire sont également en accord avec cette prévision. Il est donc possible de prédire les performances d'engraissement et de carcasse des produits d'un croisement à 4 voies quand on connaît les performances des deux croisements à 3 voies correspondants. D'autre part, les études portant sur la variabilité des descendants pour les caractères quantitatifs montrent qu'il n'y a pas de différence entre la descendance de verrats de race pure et la descendance de verrats issus de croisement de ce point de vue (REMPEL et al., 1964 ; KING, 1968 ; LISHMAN et al., 1975 ; FAHMY et HOLTMANN, 1977a) : la tendance observée va même, dans quelques cas, dans le sens d'une plus grande « homogénéité » des descendants de verrats issus de croisement.

La principale justification de l'utilisation d'un verat croisé se rattache au problème de la sensibilité au syndrome d'hyperthermie maligne. La sensibilité à l'halothane étant un caractère récessif, l'objectif généralement recherché est de réaliser une combinaison entre une « race non-sensible » (Large White ou Hampshire) et une « race sensible » (Piétrain ou Landrace Belge) : les verrats provenant d'un croisement de ce type ne sont pas sensibles à l'halothane mais leurs descendants bénéficient partiellement de l'effet favorable du gène de sensibilité à l'halothane sur la composition corporelle. De façon plus générale, l'utilisation de deux races complémentaires pour l'obtention d'un verat croisé permet de « corriger » dans une certaine mesure les insuffisances réciproques de l'une et de l'autre race pour les diverses composantes de la valeur reproductive du verat (ardeur sexuelle, qualité des aplombs, fertilité, ...).

Un autre argument éventuel en faveur de l'utilisation d'un verat croisé est l'existence d'un effet d'hétérosis sur la fertilité et la « prolificité » du mâle. La plupart des études sur ce sujet ont été conduites sur de jeunes verrats (âgés de 8-10 mois) et il semble effectivement qu'il y ait un effet d'hétérosis sur la « précocité sexuelle » du mâle, ce terme étant pris dans un sens large et recouvrant aussi bien la croissance testiculaire et la production spermatique que l'ardeur sexuelle : SELLIER et al., 1971 ; WILSON et al., 1977 ; CONLON et KENNEDY, 1978 ; NEELY et al., 1980 ; NEELY et ROBISON, 1980 ; FENT et al., 1980 ; PAVLIK et SILER, 1981 ; JOHNSON, 1981c. L'effet d'hétérosis sur la fertilité du verat a été, par contre, moins étudié. Les résultats actuellement disponibles concernent surtout la combinaison Duroc x Hampshire : pour le taux de réussite en monte naturelle, WILSON et al. (1977) mettent en évidence un effet d'hétérosis chez de jeunes verrats âgés de 7 mois et demi à 9 mois alors que CONLON et KENNEDY (1978) et DREWRY (1980) ne trouvent pas de différence notable entre verrats de race pure et verrats croisés. Pour la combinaison Duroc x Spot, ANDERSON et al. (1981) ont observé un gain de 12 points chez les verrats croisés pour le taux de mise-bas. En ce qui concerne l'effet d'hétérosis sur la « prolificité » du verat, les résultats sont pour le moins contradictoires. Certaines études vont dans le sens d'un avantage des verrats croisés quant à l'effet sur la taille de portée à la naissance (KING, 1968 ; KING et THORPE, 1974 ; WILSON et al., 1977 ; COUANON, 1977), d'autres études n'indiquent pas de différences entre verrats purs et verrats croisés (LISHMAN et al., 1975 ; FENDER et al., 1975a ; DREWRY, 1980 ; ANDERSON et al., 1981) ou vont même dans le sens d'une infériorité des verrats issus de croisement (AVERDUNK et SCHMIDT, 1973 ; FAHMY et HOLTMANN, 1977a).

CONCLUSION

Le choix de la lignée mâle du croisement terminal chez le Porc n'est pas un problème simple. Sa complexité est liée à plusieurs aspects.

- Les éléments concourant au mérite global d'une lignée mâle sont, nous l'avons souligné, multiples et variés.
- Ces différents éléments n'ont pas la même importance selon le point de vue où l'on se place.
- Le « poids » économique de la qualité de carcasse et la demande du marché (notamment vis-à-vis de la conformation de la carcasse) varient selon la région de production.

Pour toutes ces raisons, il n'existe pas de réponse unique à la question : quelle est la meilleure lignée mâle porcine ? Ceci est d'autant plus vrai qu'on « joue » en définitive sur des différences relativement minimales : l'exemple d'un critère synthétique comme l'efficacité de la conversion de l'aliment en tissu maigre chez le porc à l'engrais le prouve.

Si l'on prend en compte l'ensemble des caractères, il y a de bonnes raisons de penser que, dans l'état actuel des choses, plusieurs types génétiques de verrat terminal donnent, par des voies différentes, des résultats à peu près identiques.

Les conclusions qui se dégagent le plus nettement sont les suivantes. Dans la plupart des situations, l'utilisation d'un verrat terminal « spécialisé » est préférable au croisement en retour : l'évolution qui commence à se dessiner aujourd'hui en France, à savoir l'abandon progressif du croisement en retour, nous semble donc parfaitement justifiée. Parmi les races mâles spécialisées, le Landrace Belge et le Hampshire donnent en croisement le résultat le plus favorable en termes de vitesse de croissance du tissu maigre et d'indice de transformation en tissu maigre : ces deux races ont donc un rôle prépondérant à jouer, par exemple sous la forme d'un verrat Hampshire x Landrace Belge. Si l'on tient compte de l'effet défavorable du Hampshire sur la qualité de viande et des avantages apportés par le Large White sur le plan de la valeur reproductive du verrat, la combinaison Landrace Belge x Large White est une alternative intéressante.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSON J.H., SELLERS H.I., BARBER K.A., 1981. 73rd Ann. Meeting Amer. Soc. Anim. Sci., July 26-29, 1981, Raleigh, USA.
- ANDERSSON K., 1980. Swed. Univ. Agric. Sci., Dpt Anim. Breed. Genet., Uppsala, report n° 46, 126 pp.
- AVERDUNK G., SCHMIDT L., 1973. Bayer. Landw. J., **50**, 259-269.
- BARITEAU F., 1981. L'Éleveur de Porcs. (122), 117-123.
- BERESKIN B., 1979. J. Anim. Sci., **48**, 1322-1328.
- BOLET G., DESMOULIN B., SELIER P., HENRY Y., 1977. Journées Rech. Porcine en France, **9**, 79-84.
- BRASCAMP E.W., CÖP W.A.G., BUITING G.A.J., 1979. Z. Tierzüchtg. Züchtgsbiol., **96**, 160-169.
- CONLON P.D., KENNEDY B.W., 1978. Can. J. Anim. Sci., **58**, 63-70.
- CÖP W.A.G., BUITING G.A.J., 1977. Anim. Prod., **25**, 291-304.

- COUANON N., 1977. Bulletin de l'Institut Technique du Porc, (3), 9-16.
- DAGORN J., de JUBECOURT M., LE TIRAN M.H., OWEN J., RUNAVOT J.P., 1981, Techni-Porc, 4 (3), 25-35.
- DESMOULIN B., POMMERET P., 1974. Journées Rech. Porcine en France, 6, 221-232.
- DREWRY K.J., 1979. J. Anim. Sci., 48, 723-734.
- DREWRY K.J., 1980. J. Anim. Sci., 50, 242-248.
- FAHMY M.H., HOLTMANN W.B., 1977a. Anim. Prod., 24, 261-270.
- FAHMY M.H., HOLTMANN W.B., 1977b. Wild Rev. Anim. Prod., 13, 9-30.
- FENDER M., RITTLER A., SCHLOTE W., FEWSON D., 1975a. Schweinezucht und Schweinemast, 23, 60-64.
- FENDER M., HADICKE H., SCHLOTE W., FEWSON D., 1975b. Schweinezucht und Schweinemast, 23, 132-136.
- FENDER M., SCHLOTE W., FEWSON D., 1976. Schweinezucht und Schweinemast, 24, 71-76.
- FENT R.W., WETTEMANN R.P., JOHNSON R.K., 1980. J. Anim. Sci., 51 (suppl. 1), 28-29 (Abstr.).
- FOWLER V.R., BICHARD M., PEASE A., 1976. Anim. Prod., 23, 365-387.
- FRANCESCHI P.F., OLLIVIER L., 1981. Z. Tierzüchtg. Züchtgsbiol., 98, 176-186.
- GOEDEGEBUURE S.A., HANI H.J., VAN DER VALK P.C., VAN DER WAL P.G., 1980. Neth. J. Vet. Sci., 2, 28-41.
- GRONDALEN T., 1974. Acta. vet. Scand., 15, 43-52.
- HAMELIN M., 1975. Document I.T.P. (non publié).
- HILL W.G., 1971. Ann. Génét. Sél. anim., 3, 23-34.
- HOWARD A.N., SMITH W.C., 1976. Anim. Prod., 23, 389-393.
- HOWARD A.N., SMITH W.C., 1977. Anim. Prod., 25, 255-258.
- JOHNSON R.K., 1981a. J. Anim. Sci., 52, 906-923.
- JOHNSON R.K., 1981b. North Central Regional Publication n° 262 (52pp).
- JOHNSON R.K., 1981c. Crossbred boars can be used to improve reproductive efficiency. (9pp. Ronéoté).
- JOHNSON R.K., OMTVEDT I.T., WALTERS L.E., 1978. J. Anim. Sci., 46, 69-82.
- KENNEDY B.W., CONLON P.D., 1978. Anim. Prod., 27, 29-34.
- KENNEDY B.W., MOXLEY J.E., 1978. Anim. Prod., 27, 35-42.
- KING J.W.B., 1968. Stocarstvo, 22, 485-493.
- KING J.W.B., 1975. Nordic Symp. Hybrid Breeding in Pigs, Copenhagen, juin 1975, 8pp. + Tabl.
- KING J.W.B., THORPE W., 1974. Ann. Génét. Sél. anim., 6, 148 (Abstr.).
- KING J.W.B. et al., 1975. Livest. Prod. Sci., 2, 367-389.
- KOH T.J., CRABO B.G., TSOU H.L., GRAHAM E.F., 1976. J. Anim. Sci., 42, 138-144.
- KUHLLERS D.L., JUNGST S.B., EDWARDS R.L., 1980. J. Anim. Sci., 50, 40-48.
- KUHLLERS D.L., JUNGST S.B., EDWARDS R.L., LITTLE J.A., 1981. J. Anim. Sci., 53, 40-48.
- LEAN I.J., CURRAN M.K., DUCKWORTH J.E., HOLMES W., 1972. Anim. Prod., 15, 1-9.
- LE DENMAT M., RUNAVOT J.P., ALBAR J., 1980. Techni-Porc, 3 (5), 41-48.
- LEFEBVRE A., RUNAVOT J.P., KERISIT R., 1975. Le syndrome de la faiblesse des pattes chez le porc., 71 pp. ITP. Ed. Paris.
- LEGAULT C., 1978. Journées Rech. Porcine en France, 10, 43-60.

- LEGAULT C., GRUAND J., 1981. Journées Rech. Porcine en France, **13**, 247-254.
- LISHMAN W.B., SMITH W.C., BICHARD M., THOMPSON R., 1975. Anim. Prod., **21**, 69-75.
- LOPEZ-FANJUL C., 1974, Anim. Breed. Abst., **42**, 403-416.
- MILLER H.W., CAIN M.F., CHAPMAN H.D., 1979. J. Anim. Sci., **49**, 943-949.
- MINKEMA D., CÖP W.A.G., BUITING G.A.J., VAN de PAS J.G.C., 1974. Proc. Work. Symp. Breed Evaluation and Crossing Experiments with Farm Animals, Zeist, Sept. 1974, 297-312.
- MOLÉNAT M., 1974. Bull. Tech. Inf. (291) 505-513.
- MONIN G., SELIER P., OLLIVIER L., GOUTEFONGEA R., GIRARD J.P., 1981. Meat Sci., **5**, 413-423.
- NAKANO T., AHERNE F.X., THOMPSON J.R., 1981. Pig News and Information, **2**, 29-34.
- NEELY J.D., JOHNSON B.H., ROBISON O.W., 1980. J. Anim. Sci., **51**, 1070-1077.
- NEELY J.D., ROBISON O.W., 1980. J. Anim. Sci., **51** (suppl. 1), 126 (Abstr.).
- NELSON R.E., ROBISON O.W., 1976. J. Anim. Sci., **42**, 1150-1157.
- OLLIVIER L., 1977. Ann. Génét. Sél. anim., **9**, 353-377.
- OLLIVIER L., 1980a. Livest. Prod. Sci., **7**, 57-66.
- OLLIVIER L., 1980b. Ann. Génét. Sél. anim., **12**, 383-394.
- OLLIVIER L., 1981. Journées Rech. Porcine en France, **13**, 285-292.
- OLLIVIER L., HENRY Y., 1978. Ann. Génét. Sél. anim., **10**, 99-124.
- OLLIVIER L., LEGAULT C., MOLENAT M., SELIER P., 1978. Journées Rech. Porcine en France, **10**, 27-42.
- OLLIVIER L., SELIER P., MONIN G., 1975. Ann. Génét. Sél. anim., **7**, 159-166.
- OLLIVIER L., SELIER P., MONIN G., 1978. Ann. Génét. Sél. anim., **10**, 191-208.
- PAVLIK J., SILER R., 1981. 32^{ème} Réun. ann. Féd. Europ. Zoot., Zagreb, Commission de Production Porcine, V. 19.
- PAVLIK J., SILER R., SAFRANEK F., 1981. 32^{ème} Réun. ann. Féd. Europ. Zoot., Zagreb, Commission de Production porcine, V.20.
- PETERSEN U., 1978. Züchtungskunde, **50**, 26-40.
- POINTILLART A., GUEGUEN L., 1978. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., **18**, 201-210.
- REMPEL W.E., COMSTOCK R.E., ENFIELD F.D., 1964. J. Anim. Sci., **23**, 87-89.
- RUNAVOT J.P., 1971. 10^{ème} Congrès International de Zootechnie, Versailles, Juillet 1971, 12pp.
- RUNAVOT J.P., 1981. L'Élevage Porcin (109), 21-25.
- SCHLOTE W., FENDER M., FEWSON D., 1974. Proc. Work. Symp. Breed Evaluation and Crossing Experiments with Farm Animals, Zeist, Sept. 1974, 343-352.
- SCHNEIDER J.F., CHRISTIAN L.L., KUHLERS D.L., 1981a. J. Anim. Sci., (sous presse).
- SCHNEIDER J.F., CHRISTIAN L.L., KUHLERS D.L., 1981b. J. Anim. Sci. (sous presse).
- SELIER P. 1975a. Journées Rech. Porcine en France, **7**, 253-258.
- SELIER P., 1975b. Journées Rech. Porcine en France, **7**, 285-292.
- SELIER P., 1976a. Livest. Prod. Sci., **3**, 203-226.
- SELIER P., 1976b. Journées Rech. Porcine en France, **8**, 221-228.
- SELIER P., 1977. Journées Rech. Porcine en France, **9**, 85-90.
- SELIER P., 1978. L'Élevage Porcin (71) 36-41.
- SELIER P., 1979. L'Élevage Porcin (87), 17-21.
- SELIER P., 1980a. L'Élevage Porcin (91) 16-18.

- SELLIER P., 1980b. L'Élevage Porcin (94), 15-20.
- SELLIER P., 1981. Journées Rech. Porcine en France, 13, 299-306.
- SELLIER P., DUFOUR L., ROUSSEAU G., 1971. Ann. Génét. Sél. anim., 3, 357-365.
- SELLIER P., HOUIX Y., DESMOULIN B., HENRY Y., 1974. Journées Rech. Porcine en France, 6, 209-219.
- SELLIER P., JACQUET B., 1973. Journées Rech. Porcine en France, 5, 173-180.
- SMITH C. 1966. Anim. Prod. 8, 345-348.
- SMITH W.C., BARKES J.N., TONKS H.M., 1973. Anim. Prod., 17, 59-64.
- VAN DE PAS J.G.V., MINKEMA D., BUITING G.A.J., 1973. 24^{eme} Réun. ann. Féd. Europ. Zoot., Vienne, 12pp.
- WEBB A.J., 1981. In « Porcine stress and meat quality : causes and possible solutions to the problems », 105-124, Agricultural Food Research Society, As, Norvège.
- WEBB A.J., RUSSELL W.S., 1981. Anim. Prod., 32, 360 (Abstr.).
- WILSON E.R., JOHNSON R.K., 1981. J. Anim. Sci., 52, 18-25.
- WILSON E.R., JOHNSON R.K., WETTEMANN R.P., 1977. J. Anim. Sci., 44, 939-947.
- YOUNG L.D., JOHNSON R.K., OMTVEDT I.T., 1976a. J. Anim. Sci., 42, 1133-1449.
- YOUNG L.D., JOHNSON R.K., OMTVEDT I.T., WALTERS L.E., 1976b. J. Anim. Sci., 42, 1124-1132.