

G860H

ANALYSE DES POLITIQUES D'ACHAT DE VERRATS DANS UN ÉLEVAGE DE PRODUCTION

L. OLLIVIER (1) et J.W. JAMES (2)

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

(2) School of Wool and Pastoral Sciences, The University of New South Wales, Kensington, N.S.W., 2033 (Australie)

Avec la collaboration de Geneviève LE HENAFF et H. JOUET

La sélection est une opération à caractère économique et tout programme d'amélioration génétique doit être évalué de ce point de vue. De nombreux travaux, depuis celui de POUTOUS et VISSAC (1962), ont été consacrés à l'évaluation des coûts et des recettes liés aux opérations de sélection. Pour le porc, on peut se référer à une série de travaux présentés lors de la réunion de la Fédération Européenne de Zootechnie à Zurich en 1976 (BICHARD, 1977 ; LINDHÉ et HOLMQUIST-ARBRANDT, 1977 ; OLLIVIER, 1977 ; SILER *et al.*, 1977). Ces études visent à éclairer les décisions prises au sein du noyau de sélection. Mais les bénéfices génétiques se réalisent en fait au sein de l'élevage de production et ici interviennent les décisions d'achat de l'éleveur-producteur. Celui-ci s'approvisionne en géniteurs de qualité auprès des sélectionneurs dans la mesure où cette opération lui paraît profitable. Une « politique d'achat de géniteurs » par un producteur peut ainsi être définie en termes économiques tout comme un programme de sélection. Cette politique se définit essentiellement, comme l'a montré JAMES (1980), en fonction du progrès génétique réalisé par les sélectionneurs, de la valeur génétique relative et du prix des géniteurs disponibles. L'exemple traité par JAMES concernait précisément les verrats vendus aux enchères dans les stations françaises de contrôle individuel de verrats en 1977/78. Il nous a donc paru utile de reprendre et d'actualiser ce travail (désigné ci-après par les initiales de son auteur J.W.J.) à l'intention des participants à ces Journées de la Recherche Porcine.

1 - VALEUR ACTUALISÉE D'UN VERRAT ACHETÉ PAR UN PRODUCTEUR

Cette valeur se définit comme les bénéfices escomptés de l'achat d'un verroat sélectionné. En reprenant la notation de J.W.J., le nombre actualisé de descendants produits par un verroat en fonction de sa durée d'utilisation T s'écrit :

$$P(1+rW+r^2W^2+\dots+r^{T-1}W^{T-1}) = P(1 - r^T W^T)/(1 - rW) \quad (1)$$

où P est le nombre de descendants engendrés par le verroat et commercialisés,

W est la probabilité de survie du verroat, supposée indépendante de son âge (1-W est le taux d'élimination pour des raisons non génétiques, telles que : mort, accident, inaptitude à la reproduction,...),

r est un paramètre financier qui prend en compte le délai nécessaire à la réalisation des bénéfices à partir du moment de l'achat du verroat : $r = (1+d)^{-1}$ est le taux d'actualisation pour un taux d'escompte d. Ainsi avec un taux d'escompte de 5 % l'an, le taux d'actualisation est 0,95, ce qui revient à considérer que un gain de 1 F dans un an équivaut à 0,95 F aujourd'hui.

Les paramètres P, W et r sont relatifs à l'unité de temps choisie pour T.

En désignant par B la valeur monétaire d'une unité de valeur génétique, la valeur actualisée (V.A.) d'un verrat supérieur de R en valeur génétique s'écrit, compte tenu du temps Y qui s'écoule entre l'achat et la réalisation des premiers bénéfiques :

$$V.A. = 0,5 r^Y BRP (1 - r^T W^T) / (1 - rW) \quad (2)$$

Cette expression est valable pour le cas d'un verrat terminal utilisé en croisement, le facteur 0,5 traduisant le fait que la moitié seulement de la supériorité génétique R du verrat se retrouve chez ses descendants. Dans le cas d'un producteur de porcelets de race pure, le verrat contribue aussi au renouvellement des femelles. J.W.J. a montré que dans cette situation la valeur actualisée (2) doit être multipliée par le facteur $r/(1 - \sum_j f_j r^j)$, expression dans laquelle les f_j sont les contributions génétiques relatives des femelles d'âge j à la descendance, et telles que $\sum_j f_j = 0,5$.

La valeur nette actualisée (V.N.A.) est obtenue en soustrayant de l'expression (2) le prix d'achat du verrat, selon la définition de J.W.J., ou la différence de prix par rapport à un verrat moyen, définition que nous retiendrons ici. Si le prix du verrat peut être exprimé en fonction de sa supériorité génétique R, une politique optimale d'achat peut être définie, qui correspond à la valeur de R qui maximise la V.N.A.

L'analyse qui vient d'être faite est basée sur la valeur génétique du verrat acheté par rapport au niveau moyen d'une population donnée, par exemple celui des élevages de sélection, et ne prend pas en compte le fait que ce niveau moyen lui-même progresse en valeur génétique. Le noyau de sélection peut en effet, au cours du temps, offrir des verrats de plus grande valeur, ce qui justifie l'achat par le producteur de jeunes verrats en remplacement des anciens. L'incitation du noyau à s'améliorer est précisément le fait que, s'il ne le fait pas, les producteurs ont intérêt à restreindre au maximum leurs achats de verrats. C'est cet aspect que nous allons aborder maintenant, en vue de définir une politique **continue** de renouvellement des verrats de production, par opposition à la politique « **instantanée** » définie précédemment.

2 - LA DURÉE OPTIMALE D'UTILISATION D'UN VERRAT DANS UN ÉLEVAGE DE PRODUCTION

Nous nous placerons d'abord dans le cas le plus simple d'un verrat de prix C et de valeur génétique fixée, celle-ci étant exprimée relativement au niveau génétique moyen du noyau de sélection. On suppose, de plus, que ce noyau progresse en valeur génétique d'une quantité G par unité de temps. Le coût du verrat dépend alors à la fois de son prix d'achat et de sa valeur génétique et le problème est de déterminer la durée d'utilisation T qui minimise ce coût.

Le coût lié à l'achat est, par unité de temps, $C(1 - W)/(1 - W^T)$, ou C/T si $W = 1$, comme l'a montré J.W.J..

Le coût lié à la valeur génétique dépend de l'âge moyen du verrat sur l'ensemble de sa période d'utilisation. Il s'agit en fait d'un « manque à gagner » qui est proportionnel au progrès génétique du noyau et que J.W.J. a appelé le « coût du retard génétique ». Ce coût est égal, pour un verrat terminal, à $0,5 BGP \times (\text{âge moyen du verrat})$. En supposant que le verrat produit un nombre égal de descendants à chaque âge $a+1, a+2, \dots, a+T$, l'âge moyen est fonction de T (voir J.W.J.) et le coût total, pour la partie qui dépend de T, est égal à :

$$0,5BGP [a + (1 - W^{-1} - TW^T(1 - W^T)^{-1})] + C(1 - W)/(1 - W^T) \quad (3a)$$

$$\text{ou } 0,5BGP [a + (T+1)/2] - C/T, \text{ si } W = 1. \quad (3b)$$

La valeur optimale de T est celle qui minimise (3a) ou (3b) et, dans ce dernier cas, cette valeur optimale est :

$$T = 2(C/BGP)^{0,5} \quad (4)$$

Il n'existe pas de solution explicite lorsque $W < 1$ et l'équation (3a) doit alors être résolue par itération.

Les expressions (3a) et (3b) valent pour le cas d'un verrat terminal utilisé en croisement. Dans le cas d'un élevage en race pure, le coût du retard génétique est le double de celui indiqué ci-dessus (voir J.W.J.), puisque le verrat induit aussi un retard par le renouvellement des femelles et, pour $W = 1$, la valeur optimale de T est alors $T = (2C/BGP)^{0,5}$. Le tableau 1 donne les valeurs optimales de T pour différentes valeurs de W et du « coût relatif » $Q = C/BGP$, dans les 2 situations considérées, race pure ou croisement. On voit que pour des valeurs faibles de Q un renouvellement rapide des verrats est souhaitable et le taux d'élimination a peu d'incidence sur la durée optimale d'utilisation. Par contre, pour un coût relatif élevé, la durée optimale d'utilisation augmente sensiblement avec le taux d'élimination et on aboutit, pour des valeurs élevées de Q ($Q > 8$), à une situation qui revient à ne pratiquer aucune élimination.

TABLEAU 1
DURÉE OPTIMALE (EN SEMESTRE) D'UTILISATION D'UN VERRAT DANS UN ÉLEVAGE DE PRODUCTION

Taux de survie (W)		Coût relatif du verrat (1) (Q)						
		0,25	0,5	1	2	4	8	16
1	a	1	1,4	2	2,8	4	5,7	8
	b	0,7	1	1,4	2	2,8	4	5,7
0,9	a	1	1,4	2	2,9	4,2	6,1	9
	b	0,7	1	1,4	2	2,9	4,2	6,1
0,75	a	1	1,4	2	3	4,5	7	11,3
	b	0,7	1	1,4	2	3	4,5	7
0,60	a	1	1,4	2,1	3,2	5	8,3	14,8
	b	0,7	1	1,4	2,1	3,2	5	8,3

(1) Rapport prix d'achat/gain génétique dans la descendance (voir texte).

a Croisement terminal.

b Race pure.

Dans la situation la plus générale, le prix du verrat est lié à sa valeur génétique, et le coût d'une politique d'achat dépend alors de 2 variables, la durée d'utilisation et la valeur génétique du verrat. Le tableau 1 permet de voir, par exemple, de combien il faut augmenter la durée d'utilisation lorsque le prix d'achat est doublé, par comparaison des colonnes successives, mais il ne permet pas de dire si cette augmentation de prix est économiquement justifiée. La solution de ce problème dépend de la relation qui lie le prix du verrat et sa valeur génétique, un aspect qui va être abordé dans ce qui suit.

3 - APPLICATION AUX VERRATS DES STATIONS FRANÇAISES DE CONTRÔLE INDIVIDUEL

L'application des considérations théoriques précédentes à une situation concrète requiert la connaissance de paramètres assez nombreux. Les stations françaises de contrôle individuel (C.I.) de verrats constituent un cadre particulièrement approprié pour une telle application. En effet la valeur génétique des verrats y est estimée relativement à la moyenne des élevages de sélection par un indice de moyenne 100 et d'écart-type 20 – la relation entre cet indice et la valeur génétique étant connue (voir OLLIVIER, 1984) – et, par ailleurs, les prix des transactions sont enregistrés à l'occasion des ventes aux enchères qui ont lieu au terme du contrôle de chaque bande.

a) Relations entre les prix des verrats et leur indice de sélection

La relation suivante a été établie par J.W.J. entre le prix en F d'un verrat (C) et son indice (I), sur la base des prix auxquels les producteurs ont acheté les verrats de race **Large White** et **Landrace Français** en 1977/78 :

$$C = 1500 + 5(I - 100) + 0,5(I - 100)^2$$

(5)

TABLEAU 2
VERRATS VENDUS PAR LES STATIONS FRANÇAISES DE CONTRÔLE INDIVIDUEL
(ÉCHANTILLON ANALYSÉ)

Race	1981	1982	1983	TOTAL
Large White	742	743	690	2 175
Landrace Français	563	540	440	1 543
Landrace Belge	277	246	242	765
Piértrain	22	26	35	83
Total	1 604	1 555	1 407	4 566

Une relation similaire a été établie sur l'ensemble des ventes de la période 1981-1983, soit 4566 verrats au total (tableau 2) :

$$C = 3000 + 4,6(I - 100) + 0,6(I - 100)^2 \quad (6)$$

Il faut cependant noter que l'équation (6) est une relation moyenne, qui recouvre en fait une hétérogénéité significative selon la race, l'année et surtout la catégorie d'acheteurs. L'analyse par catégorie d'acheteurs (tableau 3) montre que la forme de la relation entre le prix du verroat et son indice est approximativement linéaire pour les achats des producteurs et des centres d'insémination artificielle, alors qu'elle est du second degré pour les sélectionneurs. Il faut également souligner la variation résiduelle de prix nettement plus élevée pour ces deux dernières catégories d'acheteurs, qui sont aussi celles qui achètent les verrats à plus haut indice (en principe au-dessus de 117). Les relations estimées entre le prix (en F) et l'indice pour chacune des catégories d'acheteurs sont les suivantes (voir figure 1, qui donne aussi les courbes (5) et (6)) :

– Producteurs : $C = 2440 + 21(I - 100)$, (7a)

– Centres d'insémination artificielle : $C = 3240 + 26(I - 100) + 0,4(I - 100)^2$ (7b)

– Sélectionneurs : $C = 3320 - 29(I - 100) + 2,1(I - 100)^2$ (7c)

TABLEAU 3
ANALYSE DE VARIANCE DU PRIX DE VENTE (EN CENTAINE DE FRANCS)
DES VERRATS DE CONTRÔLE INDIVIDUEL

Cause de variation	Producteur		Centre d'insémination		Sélectionneur	
	d.l.	CM	d.l.	CM	d.l.	CM
Race	3	132 *	3	932 NS	3	720 *
Année	2	6 766 ***	2	4 476 ***	2	488 NS
Race × Année	6	203 ***	6	220 NS	6	596 *
Indice (linéaire)	1	13 465 ***	1	10 402 ***	1	18 975 ***
Indice (quadratique)	1	1 NS	1	127 NS	1	5 096 ***
Résiduelle	3 669	36	405	370	450	234
R ² total		0,18		0,14		0,23
intra-race-année		0,09		0,07		0,19

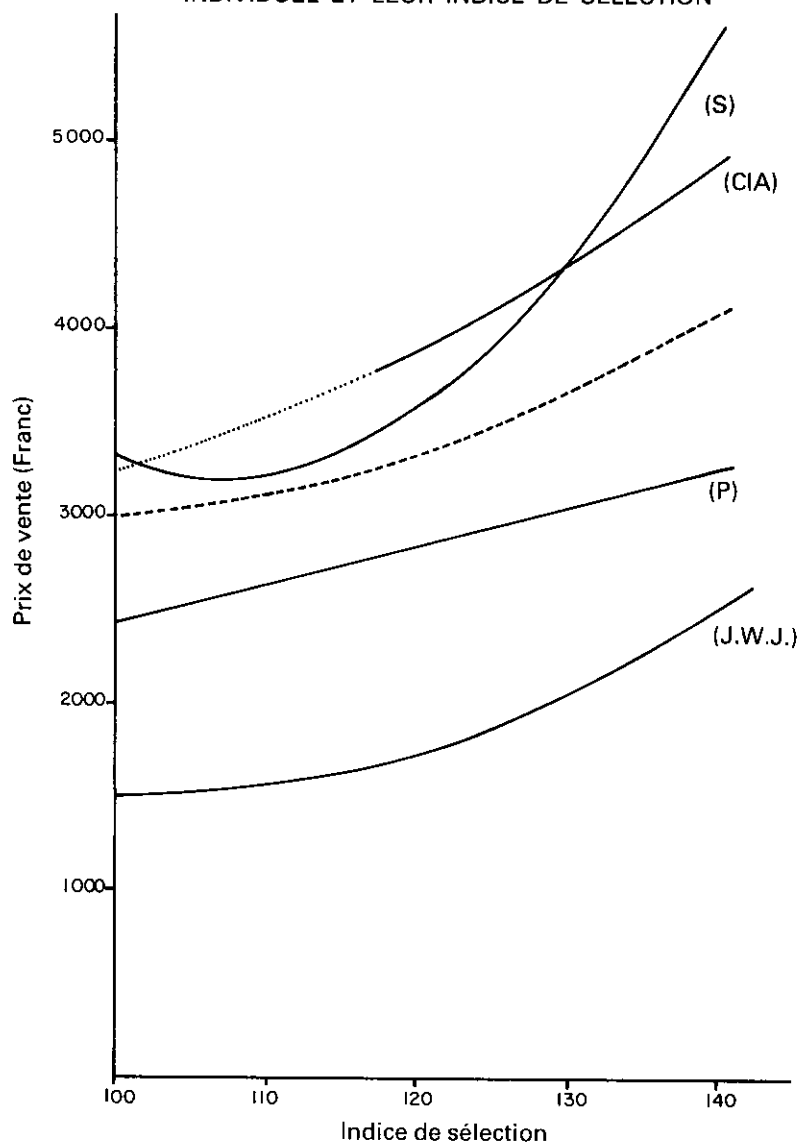
d.l. : degrés de liberté - CM : Carrés moyens.

NS : test F non significatif.

* : test F significatif au seuil de 5 %.

*** : test F significatif au seuil de 1 %.

FIGURE 1
RELATIONS ENTRE LE PRIX DE VENTE DES VERRATS DE CONTRÔLE
INDIVIDUEL ET LEUR INDICE DE SÉLECTION



- (J.W.J.) : verrats **Large White** et **Landrace Français**
vendus aux **producteurs** en 1977-1978 (JAMES, 1980)
(P) : ensemble des verrats vendus aux **producteurs** en 1981-1983
(CIA) : ensemble des verrats vendus aux **centres d'insémination artificielle**
en 1981-1983 (extrapolation pour les indices inférieurs à 117)
(S) : ensemble des verrats vendus aux **sélectionneurs** en 1981-1983
----- : ensemble des 4566 verrats de la période 1981-1983

b) Bénéfices qu'un producteur peut escompter de l'utilisation d'un verrat de contrôle individuel, en monte naturelle ou en insémination artificielle

L'application de la formule (2) nécessite la connaissance des paramètres P , W , r et BR définis en 1. Nous retiendrons le semestre comme unité de temps pour T , et :

- pour le nombre de descendants produits par un verrat au cours d'un semestre, $P = 160$ en monte naturelle (soit 20 portées de 8) et $P = 1600$ en insémination artificielle (soit 10 fois plus),
- pour la probabilité de survie du verrat sur un semestre, $W = 0,60$, sur la base de l'enquête de LE DENMAT *et al.* (1980) qui ont évalué le taux de renouvellement annuel des verrats de production à environ 65 % ($0,65 \approx 1 - 0,6^2$),

- pour le taux d'actualisation par semestre $r = 0,976$, ce qui correspond à un taux d'escompte de 5 % l'an,
- pour la supériorité génétique en fonction de l'indice I , BR (en francs 1980) = $13,3 (I-100)/20$ (OLLIVIER, 1984), quantité qu'il faut multiplier par 0,5 environ pour tenir compte des interactions génotype \times milieu dans le passage des conditions de station à celles de la production, en se basant sur les estimations de SELLIER *et al.* (1985).

Avec ces valeurs, et en supposant une durée d'utilisation assez longue pour que $r^T W^T \neq 0$, le nombre actualisé de descendants est de 386 en monte naturelle (M.N.) et de 3860 en insémination artificielle (I.A.).

La valeur actualisée d'un verrat de **croisement terminal** s'écrit, en fonction de son indice I , en appliquant (2) avec $Y = 2$ (soit un an entre l'achat et la réalisation des premiers bénéfiques) :

$$\begin{aligned} \text{V.A.} &= 0,5 \times 0,976^2 \times 386 \text{ BR} = 183,85 \text{ BR} = 61(I - 100) \text{ en M.N.} & (8a) \\ \text{et} \quad \text{V.A.} &= 610(I - 100) \text{ en I.A.} & (8b) \end{aligned}$$

La valeur nette actualisée est donc, d'après la définition donnée en 1 et avec les fonctions de prix données par les équations (7a) et (7b) :

$$\begin{aligned} \text{V.N.A.} &= 40 (I - 100) \text{ en M.N.} & (9a) \\ \text{et} \quad \text{V.N.A.} &= 584(I - 100) - 0,4(I - 100)^2 \text{ en I.A.} & (9b) \end{aligned}$$

On voit que la V.N.A. augmente ici linéairement (ou quasi-linéairement pour les verrats d'I.A.) en fonction de l'indice. Le producteur a donc toujours intérêt à acheter des verrats dont l'indice est le plus élevé possible. Par contre, si la fonction de prix est du second degré, il peut exister une valeur optimale de I pour laquelle V.N.A. est maximum. Ainsi l'optimum est, par exemple, de $I = 147$ avec la fonction du prix (6).

Comme on l'a vu en 1, les bénéfiques escomptés sont accrus dans le cas d'un **élevage en race pure**, du fait de l'amélioration apportée par la voie femelle. Avec la pyramide des âges des truies établie par LEGAULT *et al.* (1975), les expressions (8) doivent être multipliées par $0,976 \times 1,7 = 1,66$ et il vient :

$$\begin{aligned} \text{V.N.A.} &= 80 (I - 100) \text{ en M.N.} & (10a) \\ \text{V.N.A.} &= 987 (I - 100) - 0,4(I - 100)^2 \text{ en I.A.} & (10b) \end{aligned}$$

Les expressions ci-dessus permettent aussi d'évaluer le bénéfice global que l'ensemble des producteurs français retirent de leurs achats de verrats de contrôle individuel. Le bilan des ventes annuelles de verrats publié par l'Institut Technique du Porc (voir Performances et Sélection n° 84-10) indique que l'indice moyen des verrats vendus aux producteurs est de 115 et celui des verrats vendus aux centres d'insémination artificielle est de 130. Le bénéfice moyen escompté est alors de 600 F par verrat en M.N. et de 17 160 F en I.A. d'après les équations (9). Les ventes annuelles étant de 1 000 verrats environ pour la monte naturelle et de 100 verrats pour l'I.A., et en supposant que ces verrats sont tous utilisés en croisement terminal, le bénéfice total que retirent les producteurs français se monte à environ 2,3 millions de francs par an.

c) Durée optimale d'utilisation d'un verrat de contrôle individuel, en monte naturelle ou en insémination artificielle

L'analyse précédente est ponctuelle et tout à fait indépendante des évolutions génétiques des noyaux de sélection. Mais, comme on l'a vu, le producteur doit prendre en compte ces évolutions pour définir sa politique d'achat. Ici intervient un paramètre supplémentaire qui est le progrès génétique G . Celui-ci a été évalué en France à environ 7F/an/porc engraisé (voir RUNAVOT et SELLIER, 1983) ce qui donne $BG = 3,5$ F par semestre. Compte tenu par ailleurs de la relation (6) entre le prix du verrat et sa valeur génétique, l'analyse de J.W.J. montre que le producteur a intérêt à acheter des verrats de valeur génétique la plus élevée possible et à les utiliser en fonction de la valeur du rapport $Q = C/BGP$, comme indiqué au tableau 1. Avec les valeurs de C données par l'équation (7a) Q varie de 4,4 à 5,9, en monte naturelle, pour des valeurs de I allant de 100 à 140. Le tableau 1 indique que la durée d'utilisation d'un verrat de croisement terminal peut alors aller

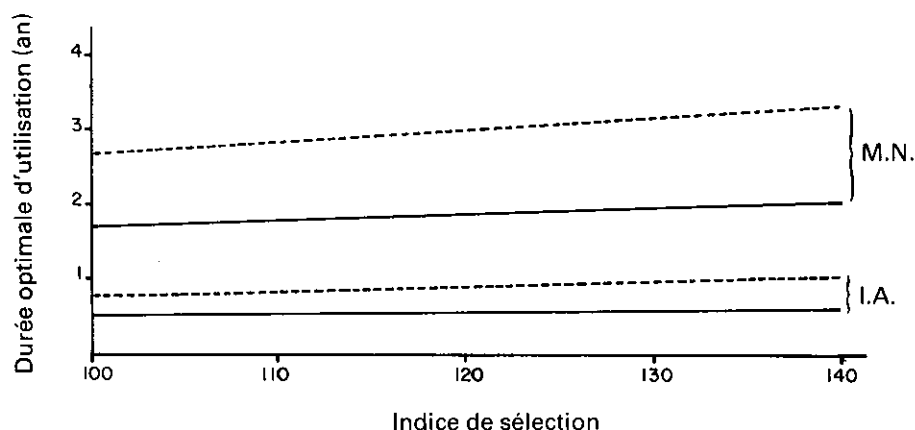
jusqu'à 3 ans environ. Mais avec l'insémination artificielle Q est fortement réduit puisque P est multiplié par 10. Avec la fonction de prix (7b), Q varie alors de 0,6 à 0,9, pour I allant de 100 à 140, et le tableau 1 montre que la durée optimale d'utilisation d'un verrat d'I.A. ne doit jamais dépasser 1 an. La figure 2 donne les durées optimales d'utilisation des verrats en fonction de leur indice, pour chaque situation.

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Les résultats qui viennent d'être présentés reposent sur l'étude théorique de JAMES (1980), auquel nous renvoyons pour une discussion générale de l'approche utilisée et de quelques-unes des limitations auxquelles elle se heurte, notamment les hypothèses simplificatrices qui doivent être faites dans la prise en compte des facteurs, tant génétiques qu'économiques, qui conditionnent une politique d'achat de géniteurs.

Sur un plan général, notre étude étend la précédente au cas du croisement terminal, une situation qui apparaît en fait plus simple à traiter que le cas de la race pure étudié par JAMES. Il faut noter que les systèmes de croisement continu (croisement alternatif ou rotatif) peuvent être assimilés au système de la race pure, dans la mesure où la valorisation des verrats en fonction de leur valeur génétique est la même dans les différentes races et que celles-ci progressent au même rythme. La conclusion de cette étude est qu'en race pure et en système de croisement continu, les mâles sont valorisés près de 2 fois mieux qu'en croisement terminal mais le coût du retard génétique est doublé ce qui oblige à les renouveler plus rapidement. La situation du croisement en retour, de ce point de vue, est intermédiaire entre les 2 précédentes.

FIGURE 2
DURÉE OPTIMALE D'UTILISATION D'UN VERRAT DE PRODUCTION
en race pure (—) ou en croisement terminal (---), selon qu'il est utilisé
en monte naturelle (M.N.) ou en insémination artificielle (I.A.),
en fonction de son indice (I) de contrôle individuel.



Sur le plan de l'application aux verrats vendus par les stations françaises de contrôle individuel, trois conclusions principales peuvent être dégagées :

- 1) Les clients des stations de C.I. ont une idée assez précise de la valeur économique des verrats qu'ils achètent, puisque l'indice de sélection est lié au prix de vente d'une manière très hautement significative.
- 2) Compte tenu du prix auquel sont vendus les verrats de C.I., leur utilisation en production est une opération rentable. Le bénéfice global annuel que ces verrats apportent à la production est de l'ordre de grandeur de la moitié du coût de fonctionnement des stations de C.I. Il s'agit d'un

bénéfice immédiat qui est, notons-le, totalement indépendant des améliorations génétiques que ces stations ont pour objet de créer dans les élevages de sélection. Ce gain annuel vient donc s'ajouter aux gains génétiques dus à la sélection qui eux sont cumulatifs.

3) L'insémination artificielle est un moyen exceptionnel de valorisation des verrats de C.I. en production, puisque les 100 verrats vendus chaque année aux centres d'insémination artificielle représentent près de trois fois la plus-value qu'apportent aux producteurs les 1 000 verrats vendus pour la monte naturelle.

Pour ce qui est de la politique de renouvellement des verrats en production, bien que l'aspect génétique ne soit pas le seul à prendre en compte (la facilité d'utilisation, que ce soit en monte naturelle ou en insémination artificielle, est évidemment essentielle), il est utile de retenir la conclusion de l'analyse selon laquelle en insémination artificielle un renouvellement rapide est économiquement justifié. Comme par ailleurs la même recommandation vaut pour le sélectionneur qui veut maximiser son « effort de sélection », on peut dire qu'il y a, dans ce domaine, convergence des intérêts de toutes les catégories d'utilisateurs de l'insémination artificielle.

REMERCIEMENTS

Nous remercions les Directeurs des stations de contrôle individuel et l'Institut Technique du Porc pour le recueil et la mise à notre disposition de l'information relative aux prix de vente des verrats. Les conseils de P. SELLIER (INRA, Jouy-en-Josas) nous ont aidés dans la réalisation de ce travail.

BIBLIOGRAPHIE

- BICHARD M., 1977. *Livest. Prod. Sci.*, **4**, 245-254.
- JAMES J.W., 1980. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **12**, 33-47.
- LE DENMAT M., RUNAVOT J.P., ALBAR J., 1980. *Techni-Porc*, **3** (5), 33-47.
- LEGAULT C., DAGORN J., TASTU D., 1975. *Journées Rech. Porcine en France*, **7**, XLIII-LI.
- LINDHÉ B., HOLMQUIST-ARBRANDT L., 1977. *Livest. Prod. Sci.*, **4**, 225-243.
- OLLIVIER L., 1977. *Livest. Prod. Sci.*, **4**, 215-216.
- OLLIVIER L., 1984. *Journées Rech. Porcine en France*, **16**, 457-462.
- POUTOUS M., VISSAC B., 1962. *Ann. Zootech.*, **11**, 233-256.
- RUNAVOT J.P., SELLIER P., 1983. *Journées Rech. Porcine en France*, **15**, 255-264.
- SELLIER P., GUEBLEZ R., LALOE D., RUNAVOT J.P., OLLIVIER L., 1985. *Journées Rech. Porcine en France*, **17**, 87-94.
- SILER R., PODEBRAVSKY Z., KVAPIL O., 1977. *Livest. Prod. Sci.*, **4**, 217-224.