

Problèmes posés par un schéma de croisement des brebis laitières pour améliorer la production de lait et de viande

Pilla A.M.

Le croisement industriel ovin en Méditerranée

Paris : CIHEAM

Options Méditerranéennes : Série Etudes; n. 1981-III

1981

pages 155-161

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=CI010753>

To cite this article / Pour citer cet article

Pilla A.M. **Problèmes posés par un schéma de croisement des brebis laitières pour améliorer la production de lait et de viande.** *Le croisement industriel ovin en Méditerranée.* Paris : CIHEAM, 1981. p. 155-161 (Options Méditerranéennes : Série Etudes; n. 1981-III)



<http://www.ciheam.org/>
<http://om.ciheam.org/>

Problèmes posés par un schéma de croisement des brebis laitières pour améliorer la production de lait et de viande

A. M. Pilla

Istituto Sperimentale per la Zootecnia

ROMA - Via O. Panvinio, 11

RESUME - ABSTRACT

Le croisement des races de brebis laitières du bassin de la Méditerranée, qui constituent la dominante de l'élevage ovin de cette région, avec d'autres races laitières plus prolifiques et de plus grand format, puis le croisement de produits F_1 , qui en dérivent, avec des béliers à viande, constitue une pratique recommandable pour accroître soit la production de lait soit celle de la viande.

On discute ici quelques problèmes qui se rapportent à cette pratique:

- a) L'augmentation plus rapide de la consanguinité (F) dans les troupeaux mixtes (pures et métisses), qui conduit à conseiller une spécialisation des troupeaux plutôt qu'une spécialisation des brebis à l'intérieur du troupeau.
- b) La différence en production de lait entre la race croisée et la race de croisement qui doit être assurée pour commencer le programme de croisement.
- c) Le rapport optimal à instaurer entre les brebis pures destinées à l'amélioration génétique (A), les brebis pures pour la production des F_1 (B) et les brebis F_1 à croiser avec les béliers à viande (C), afin que le progrès génétique de A et la production de lait du système entier ($=A+B+C$) soient maximaux.

SOME PROBLEMS ON CROSSING MILK SHEEP TO IMPROVE BOTH MILK AND MEAT PRODUCTION

Crossbreeding the milk sheep of the Mediterranean breeds, prevailing in number, with larger and more prolific milk breeds, and crossbreeding afterwards the thereby produced halfbred ewes meat rams, is on principle a practice to be recommended for increasing both milk and meat production.

Some problems concerning this practice are discussed:

- a) The increase of inbreeding coefficient (F) in mixed flocks (of purebred and halfbred sheep together) is faster, and therefore a specialization of flock rather than of sheep within flock should be recommended.

b) The milk yield difference between milk breeds which will be crossed, which is to be secured for suitability of beginning the crossbreeding program.

c) The best ratio to be set up among the purebred sheep destined for genetic improvement (A), the purebred sheep for halfbred production (B), and the halfbred sheep for crossbreeding with meat rams (C), in order that the genetic improvement of A and the milk production of the whole system (=A+B+C) may be maximal.

INTRODUCTION

Les brebis laitières du bassin de la Méditerranée sont très nombreuses; en Italie elles représentent plus de 60 % du patrimoine ovin. En particulier, celles appartenant aux races à laine longue et grossière (à matelas) — SARDE, COMISANA, CORSE, ZACKEL, etc. — donnent une basse production de viande à cause de leur faible prolificité, du poids réduit à la naissance, de leur faible vitesse de croissance, de la mauvaise conformation et de la composition de la carcasse des agneaux et du manque d'intérêt pour un élevage au-delà de la phase d'allaitement.

Cependant, leur capacité à produire de la viande serait supérieure, si l'on pouvait réduire les défauts dont on a fait mention, du fait de leurs bonnes aptitudes maternelles, car la «conditio sine qua non» de la production de viande est la naissance de l'agneau. On ne peut pas penser porter à un niveau acceptable la production de viande de ces brebis laitières en pratiquant la sélection en race pure, car, il n'y a pas la possibilité d'obtenir des génotypes ou de développer des lignées bouchères à partir de leur patrimoine génétique. Si l'on veut obtenir des agneaux présentant de bonnes aptitudes de croissance et des carcasses de bonne qualité bouchère, il faut donc avoir recours aux croisements.

Le plus intéressant de ceux-ci est le croisement entre des races laitières dans une première étape, la race de croisement étant une race prolifique de grand format et, si possible, de meilleure conformation et de meilleure aptitude laitière (CHIOS, DELLE LANGHE, FRISONNE, etc.). Dans une deuxième étape, les brebis F₁ devraient être accouplées à des béliers à viande.

Ce type de croisement est préférable, en principe, au croisement simple, car il améliore l'aptitude bouchère aussi d'une partie des brebis, en élevant leur prolificité et leur format, et il exploite le phénomène de l'hétérosis non seulement pour la production de viande mais aussi pour la production de lait. L'accroissement de production laitière résulte aussi du potentiel laitier de la race utilisée pour le premier croisement.

Ce type de croisement pose un certain nombre de questions, auxquelles nous voulons essayer de donner une réponse dans cette note au moins pour quelques unes d'entre elles:

1. Est-ce que le type de croisement a une incidence sur le progrès génétique réalisé par la sélection de la race croisée?
2. Quelle production de lait doit avoir la race de croisement, afin que le croisement soit avantageux?
3. Quelle fraction des brebis de la race croisée doit être destinée à produire des métisses, afin que la production du système, composé de brebis pures destinées à produire des métisses (B) et de brebis métisses (C), soit maximale?

LA CONSANGUINITE ET L'AMELIORATION GENETIQUE

On doit rappeler, avant tout, que dans ce contexte, lorsqu'on parle d'amélioration génétique, on se réfère au choix des femelles sur la base de leur production laitière et au choix des mâles sur la base de la production des mères. Dans ce système, les seules brebis qui assurent le renouvellement sont celles de la race croisée: renouvellement des brebis de race pure (A) et renouvellement des brebis (B) destinées à donner des métisses.

Dans un même troupeau il peut y avoir ou seulement des brebis pures, ou bien des brebis pures et métisses. Si l'on se donne une certaine taille du troupeau, le nombre de reproducteurs est le plus bas si le troupeau est mixte, c'est-à-dire composé de brebis pures et métisses. Par conséquent la consanguinité croît plus vite et la variance génétique diminue plus vite.

En effet, dans une population (ou troupeau) «inbred», la variance génétique (σ_G^2) est égale à $(1-F)\sigma_G^2$, où F est le coefficient de consanguinité.

Si nous considérons que:

$(R) = i\sigma h^2$ estime la réponse à la sélection (i = intensité de sélection; σ = déviation standard phénotypique; h^2 = héritabilité) sachant que $h^2 = \sigma_G^2 / \sigma_P^2$,

on peut écrire: $R = i (1-F) \sigma_G^2 / \sigma_P^2$. Pourtant, deux troupeaux, différant entre eux par la valeur de F —(F et F')—donnent la même réponse si

$$i' = i \frac{(1-F)}{(1-F')} \quad (1)$$

Dans les populations finies, l'évolution de F d'une génération à l'autre est $\Delta F = 1/8 N_m + 1/8 N_f$ où N_m et N_f sont respectivement le nombre des mâles et des femelles. En appelant w le rapport femelles/mâles, $N_m = N_f/w$ et donc

$$\Delta F = (w + 1)/8 N_f \quad (2)$$

A la génération t , $F_t = 1 - (1 - \Delta F)^t$, la formule (1) peut être écrite, en utilisant la formule (2)

$$i'^t = i^t \left[\frac{1 - (w + 1)/8 N_f}{1 - (w + 1)/8 N_f'} \right]^t \quad (3)$$

En appelant p_0 la fraction des brebis pures sur le total, $N_f = N_i p_0$, et par conséquent (3) devient:

$$i'^t = i^t \left\{ \frac{p_0 [8 N_f - (w + 1)]}{p_0 8 N_f + (w + 1)} \right\}^t \quad (4)$$

Pour une génération quelconque $t > 0$, $i'^t > i^t$ et dans une mesure qui croît avec p_0 et w .

Il est pourtant recommandable de spécialiser les troupeaux plutôt que les brebis à l'intérieur du troupeau.

Il y a une autre raison en faveur de la spécialisation des troupeaux: lorsque N_f est bas, i est quelque peu inférieure à la valeur obtenue pour un N_f plus grand. La différence est toutefois négligeable.

Il y a enfin un avantage pratique donné par la réduction du coût du contrôle de la production qui est d'autant plus petit que le troupeau est grand.

DIFFERENCE PRODUCTIVE ENTRE LES RACES

Afin de pouvoir commencer un programme de croisements dans la perspective de faire fonctionner un système composé de troupeaux purs (A), troupeaux purs (B) destinés à donner des métisses et troupeaux de métisses (C), il faut que la production moyenne du système entier soit supérieure à celle de la race pure et que pour cette race pure on puisse obtenir le progrès génétique maximal compatible avec le taux de renouvellement.

La production moyenne du système (\bar{x}_s) dépend de la production moyenne des brebis pures (\bar{x}_A) mul-

tipliée par leur fréquence relative (f_A), de la production de B (\bar{x}_B) multipliée par la fréquence relative (f_B) et de la production de C (\bar{x}_C) multipliée par la fréquence relative (f_C):

$$\bar{x}_s = \bar{x}_A f_A + \bar{x}_B f_B + \bar{x}_C f_C.$$

Il est clair que $f_A + f_B + f_C = 1$.

En appelant (p) la fraction totale des brebis reproductrices pures (A) qui doivent fournir leur propre renouvellement, (p_a) ce taux de renouvellement, et (p_b) celui des brebis (B) destinées à donner des métisses, nous avons $p_b = 2(p - p_a)$; supposant une fécondité annuelle de 100 %, une remonte égale pour les trois sous-systèmes et un rapport entre les sexes à la naissance égal à 1, les fréquences relatives des 3 types de brebis A, B, C seront:

$$f_A = 2 p_a, f_B = 2(p - p_a) \text{ et } f_C = p - p_a.$$

En rapportant à 1, on a:

$$\begin{aligned} f_A &= 2 p_a / 3 p - p_a \\ f_B &= 2(p - p_a) / 3 p - p_a \\ f_C &= (p - p_a) / 3 p - p_a \end{aligned} \quad (5)$$

Lorsqu'on veut instaurer le nouveau système, la population des brebis pures, ayant la moyenne \bar{x}_A est sous-divisée dans une fraction p_a qui produit la génération suivante et dans une fraction p_b qui produira les brebis pures destinées à être croisées avec l'autre race. Après une génération on aura des femelles pures avec une moyenne $\bar{x}_{0A} + i_a \sigma h^2$ et des femelles pures à croiser avec une moyenne $\bar{x}_{0A} + i_b \sigma h^2$. Seulement à la deuxième génération on aura les trois types de brebis (A, B et C) dont les moyennes sont respectivement:

$$\begin{aligned} \bar{x}_A &= \bar{x}_{0A} + 2 i_a \sigma h^2 \\ \bar{x}_B &= \bar{x}_{0B} + i_a h_b^2 + i_b \sigma^2 \\ \bar{x}_C &= \left[\frac{(\bar{x}_{0A} + i_b \sigma h^2) + x_1}{2} \right] (1 + \omega) \end{aligned} \quad (6)$$

La moyenne de la race qui effectue le croisement est indiquée par \bar{x}_1 et l'effet d'hétérosis (différence entre la moyenne des métisses et la moyenne des races parentales, divisée par la dernière moyenne) par ω .

Il est convenable de s'orienter vers le système composé de troupeaux A, B et C si la production moyenne des brebis de race pure est inférieure à celle du système.

$$\bar{x}_A < [\bar{x}_A 2 p_a + \bar{x}_B 2 (p - p_a) + \bar{x}_C (p - p_a)] / 3 p - p_a$$

En utilisant (6) et en négligeant les passages intermédiaires, le système nouveau présente un avantage lorsque la production de la race de croisement (\bar{x}_1) est telle que:

$$\bar{x}_1 > x_{0A} \frac{(1-\omega)}{(1+\omega)} + \frac{8 i_a \sigma h^2}{1+\omega} - 5 i_b \sigma h^2 \quad (7)$$

Le tableau 1 rapporte les valeurs de \bar{x}_1 / \bar{x}_{0A} , calculées sur la base de (7), en fonction de diverses valeurs de $cv \cdot h^2$, où cv est le coefficient de variation (exprimé comme fraction et non en pourcentage) de ω et de p_a (fraction de sujets choisis pour le renouvellement en race pure) qui définit i_a et i_b . De

$$cv \cdot h^2 = \frac{h^2}{\bar{x}_A}$$

on peut dériver des combinaisons particulières de cv , h^2 et \bar{x}_A . Par exemple

$$cv \cdot h^2 = 0,01 = \frac{12 \cdot 0,4}{120} = \frac{15 \cdot 0,32}{120} = \frac{28 \cdot 0,2}{140} \dots$$

Dans la situation où $cv \cdot h^2 = 0,04$, $\omega = 0,1$ et $p_a = 0,4$, il est avantageux de commencer le croisement si $\bar{x}_1 / \bar{x}_{0A} = 1,23$. Si l'on admet $\bar{x}_{0A} = 120$, \bar{x}_1 doit être plus grand que 147,6. A partir des données du tableau 1 on a préparé le graphique 1 (fig. 1) qui permet de remarquer visuellement que $cv \cdot h^2$ et ω influent beaucoup sur le rapport tandis que l'influence de p_a est négligeable.

On a supposé que A est soumis à la sélection tandis que la race de croisement ne l'est pas. Puisque toutes, ou presque toutes les filles de A devront être destinées au renouvellement, la sélection à l'intérieur de la race peut être considérée comme obligatoire; il est à présumer, en effet, que les filles des meilleures brebis remplaceront leur mères, tandis que les restantes produiront des métisses. Au cas où la race de croisement serait aussi soumise à la sélection, il est avantageux de commencer le programme de croisement si

$$\bar{x}_1 > \bar{x}_{0A} \frac{(1-\omega)}{(1+\omega)} + \frac{8 i_a \sigma h^2}{(1+\omega)} - 5 i_b \sigma h^2 - i_1 \sigma_1 h^2 \quad (7^{bis})$$

PRODUCTION MAXIMALE DU SYSTEME

On obtient la production maximale du système lorsque la production moyenne de chaque sous-système (\bar{x}_A , \bar{x}_B , et \bar{x}_C définie par (6) multipliée par les fréquences respectives fixées par (5)) est maximale.

Tableau 1
VALEURS DE \bar{x}_1 / \bar{x}_{0A} POUR VALEURS DIFFERENTES DE $cv \cdot h^2$, ω ET p_a

| cv · h ² | ω | p _a | | |
|---------------------|-----|----------------|------|------|
| | | 0,3 | 0,4 | 0,5 |
| 0,02 | 0,0 | 1,24 | 1,22 | 1,21 |
| | 0,1 | 1,04 | 1,02 | 1,02 |
| | 0,2 | 0,87 | 0,86 | 0,85 |
| 0,04 | 0,0 | 1,47 | 1,44 | 1,42 |
| | 0,1 | 1,26 | 1,23 | 1,21 |
| | 0,2 | 1,08 | 1,05 | 1,04 |
| 0,06 | 0,0 | 1,71 | 1,66 | 1,62 |
| | 0,1 | 1,47 | 1,43 | 1,41 |
| | 0,2 | 1,28 | 1,25 | 1,23 |
| 0,08 | 0,0 | 1,94 | 1,88 | 1,83 |
| | 0,1 | 1,69 | 1,64 | 1,60 |
| | 0,2 | 1,49 | 1,44 | 1,41 |
| 0,1 | 0,0 | 2,18 | 2,10 | 2,04 |
| | 0,1 | 1,91 | 1,84 | 1,80 |
| | 0,2 | 1,69 | 1,66 | 1,60 |

Si p change, \bar{x}_B et \bar{x}_C varient ainsi que la fréquence des trois sous-systèmes; par contre, \bar{x}_A reste inchangé. Si p augmente, \bar{x}_B et \bar{x}_C diminuent, mais leurs fréquences relatives croissent et balancent la réduction de la fréquence relative à A.

Pourtant, la production moyenne du système est une fonction de la variable p . Pour maximiser la production du système (\bar{x}_s) on a recours au procédé bien connu:

- a) écrire la fonction,
- b) en faire la dérivée,
- c) égaliser à zéro,
- d) résoudre pour la variable.

La production du système est évidemment la somme des productions moyennes des sous-systèmes multipliées par les fréquences respectives.

En utilisant (5) et (6) on peut écrire:

$$\bar{x}_s = \frac{1}{3p - p_a} \left[(\bar{x}_{0A} + 2 i_a \sigma h^2) \cdot 2 p_a + \right. \\ \left. + \bar{x}_{0A} + i_a \sigma h^2 + i_b \sigma h^2 \right) \cdot 2 (p - p_a) + \\ \left. + \frac{\bar{x}_{0A} + i_b \sigma h^2 + \bar{x}_1}{2} \cdot (1 + \omega) (p - p_a) \right] \quad (8)$$

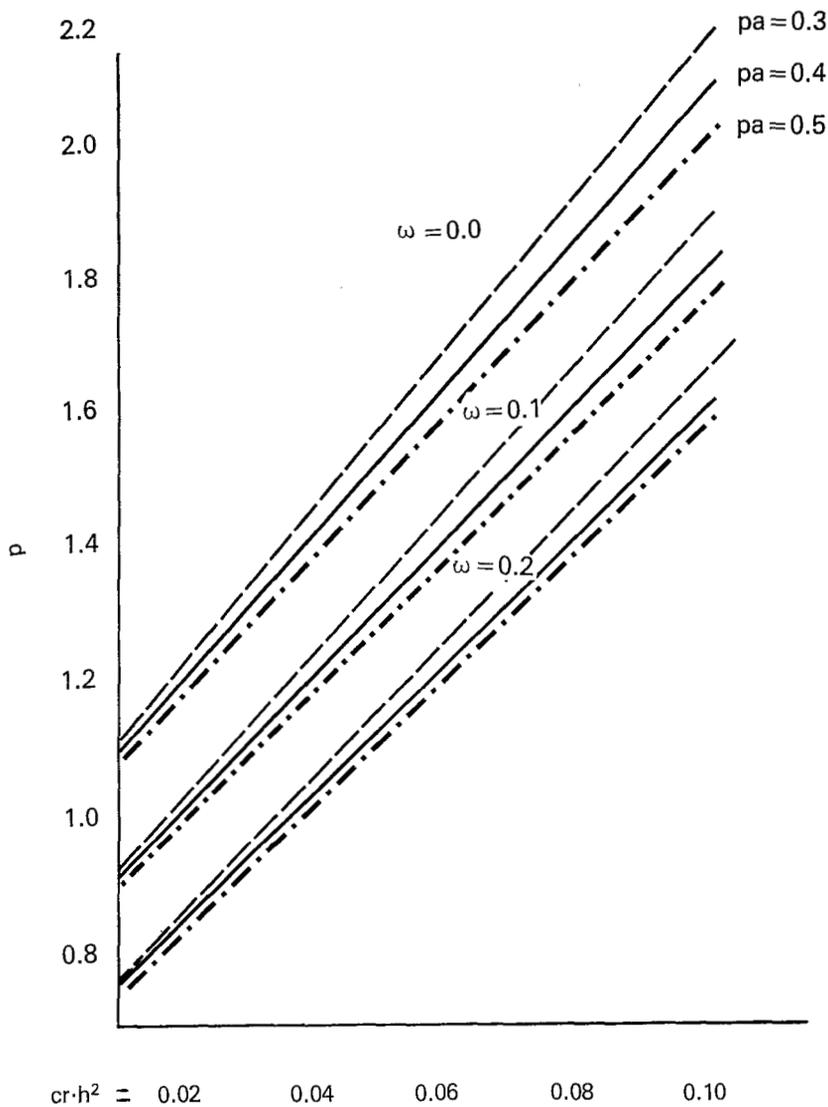


FIGURE 1. Valeurs de \bar{x}/\bar{x}_{0A} , en fonction de $cv \cdot h^2$ par différentes valeurs de ω et de p_a .

Values of \bar{x}/\bar{x}_{0A} as a function of $cv \cdot h^2$ with different values of ω and p_a .

Dans l'expression précédente, i_b est l'intensité de sélection de la fraction des brebis destinées à produire des métisses. Il faut donc exprimer i_b en fonction de p . Pour éviter des calculs complexes et avec une bonne approximation pour les valeurs de p de 0,5 à 0,9, on peut adopter la simple relation suivante:

$$i = 1,538 - 1,488 p$$

Pourtant:

$$i_b = \frac{(1,538 - 1,488 p) p - i_a p_a}{p - p_a} \quad (9)$$

En divisant (8) par \bar{x}_{0A} et en supposant que:

$$a = -1,488 \frac{(5 + \omega)}{2} cv \cdot h^2$$

$$b = 2 i_a \cdot cv \cdot h^2 + \frac{5 + \omega}{2} (1 + 1,538 \cdot cv \cdot h^2) + \frac{1 + \omega}{2} \cdot \frac{\bar{x}_1}{\bar{x}_{0A}}$$

$$c = -\frac{1 + \omega}{2} (i_a \cdot cv \cdot h^2 + \frac{\bar{x}_1}{\bar{x}_{0A}} + 1)$$

la production maximale du système est obtenue quand:

$$p = \frac{2 a p_a - 2 a p_a (2 a p_a + 6 b + 18 c)}{6 a} \quad (10)$$

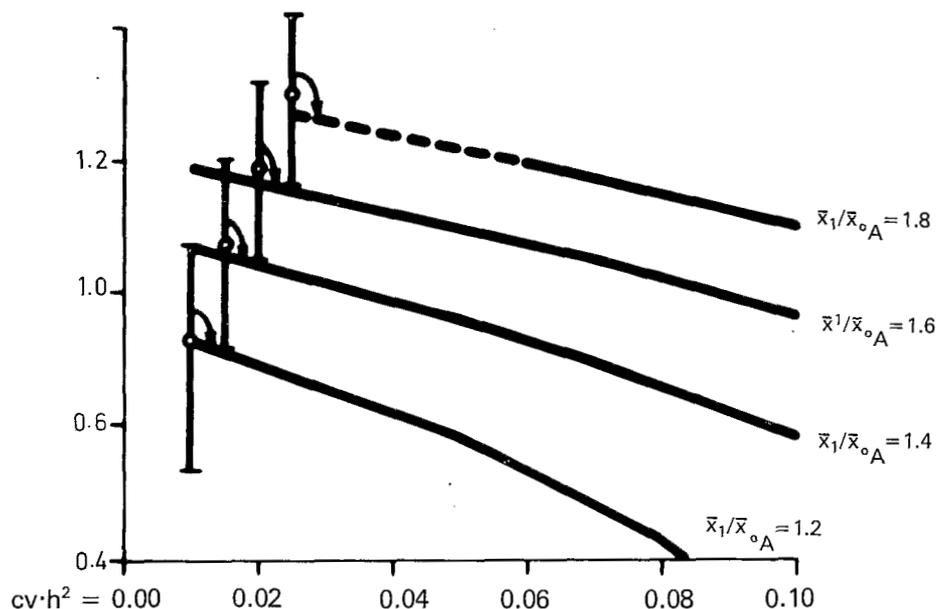


FIGURA 2.

Valeurs de p , auxquelles le système atteint la production maximale, en fonction de $cv \cdot h^2$, par différents rapports \bar{x}_1/\bar{x}_{0A} et par $\omega = 0,1$. Les limites entre $\omega = 0,0$ et $\omega = 0,2$ par $cv \cdot h^2$ sont reportées aussi.

Values of p , at which the system reaches maximal production as a function of $cv \cdot h^2$, with different ratios of \bar{x}_1/\bar{x}_{0A} and with $\omega = 0,1$. The limits between $\omega = 0$ and $\omega = 0,2$ by $cv \cdot h^2$ are also reported.

A partir de cette formule-ci, on a construit le graphique de la fig. 2. On peut constater la grande influence de l'hétérosis ainsi que du rapport \bar{x}_1/\bar{x}_{0A} .

Un changement, même considérable, de p en rapport à la valeur maximum, ne change pas considérablement \bar{x}_s .

Quand on est dans une situation où le progrès génétique de la race croisée est nul (parce que, par exemple, on ne fait pas le contrôle) ou bas du fait d'une corrélation réduite entre la production et la valeur génotypique, p est très élevé même pour des petites différences en production entre les races. En outre, le croisement est d'autant plus avantageux que le renouvellement et, évidemment, la différence entre les races et l'effet d'hétérosis sont plus grandes.

DISCUSSION

On a cherché une solution pour certains problèmes posés par la réalisation de schéma de croisement à partir d'une race de brebis laitières en vue de la production de lait et de viande. On pourrait se demander d'abord si une sélection intra troupeau, basée seulement sur la production des brebis cons-

titue la méthode la plus efficace pour obtenir le meilleur progrès génétique en race pure. Il faut remarquer que jusqu'à présent cette méthode est la plus simple à mettre en oeuvre vu la difficulté d'effectuer le testage des béliers et de les utiliser d'une manière adéquate en insémination artificielle.

Par ailleurs, il n'est pas sûr qu'on ne puisse pas faire un bon usage de la consanguinité, qui est augmentée par la petitesse des troupeaux pratiquant la sélection, soit pour accélérer le progrès génétique de la race pure, soit pour accroître l'hétérosis.

Pour arriver à la définition du niveau de production qui doit être atteint au minimum par la race de croisement afin qu'il soit avantageux d'instaurer le nouveau système (7), on est parti de quelques hypothèses sur la prolificité et les taux de renouvellement. Toutefois il est possible d'utiliser des valeurs différentes correspondant à des situations réelles concrètes. D'autres phénomènes, qui peuvent être également vérifiés, tels, par exemple, une production de lait plus grande, due à la prolificité plus élevée, à un poids à la naissance plus lourd et une croissance plus rapide des agneaux, sont plus difficiles à quantifier. Pour la même raison, on n'a pas

tenu compte de la plus grande production de viande que le système entraîne; en effet, cette plus grande production de viande est trop liée aux caractéristiques spécifiques des races qui sont croisées ainsi qu'au milieu pour qu'elle puisse trouver une codification de caractère général. D'autre part, on peut remarquer que cette dernière considération a moins de poids si les productions de lait sont rapportées à la lactation entière et non seulement au lait trait.

Délibérément on n'a pas abordé les aspects économiques, bien qu'ils soient importants, car il n'y a pas de paramètres économiques ayant une valeur absolue (pour cette raison, l'économie peut être consi-

dérée comme une invention diabolique, qui assigne à un décilitre d'apéritif la même valeur d'un litre de lait) et l'évolution économique ne peut donc être réalisée qu'en référence à des situations particulières.

Il semble possible de conclure que le croisement des races laitières et les métisses qui en dérivent avec des béliers à viande peut avoir du succès, pourvu que les conditions résumées en (7) et (10) soient satisfaites. Il reste la nécessité de procéder à une expérimentation adéquate pour donner une valeur concrète aux paramètres qui y paraissent et l'obligation d'étudier le système tout entier et non pas séparément les différentes parties qui le composent.