

NOTE SUR LE TAUX OPTIMUM DE RENOUVELLEMENT ANNUEL DES FEMELLES DANS LA SELECTION DU PORC

L. OLLIVIER (*)

*I.N.R.A. - Station de Génétique quantitative et appliquée
C.N.R.Z. - 78 - Jouy-en-Josas*

La réponse attendue de la sélection par unité de temps est une fonction de :

i : l'intensité de sélection ;

t : l'intervalle de génération ;

ρ : la corrélation entre la valeur génétique de l'individu et le critère de sélection ;

σ_A : l'écart-type de la valeur génétique ;

$$R = \frac{i}{t} \cdot \rho \cdot \sigma_A$$

Comme l'amélioration de l'espèce porcine repose de plus en plus sur la sélection individuelle des reproducteurs, mâles et femelles, ρ étant de l'ordre de 0,6 - 0,7, et comme σ_A d'autre part est donné, le sélectionneur est conduit à rechercher le rapport i/t maximum. Comme le remarque FALCONER (1960), l'accroissement de l'intensité de sélection ne peut se faire qu'au prix d'un allongement de l'intervalle de génération et il montre, sur un exemple simple pris chez la souris, comment arriver au meilleur compromis entre ces deux impératifs. Cette note a pour objet de présenter une solution plus générale du problème et son application à l'espèce porcine. L'étude sera volontairement limitée à la sélection des femelles.

Dans l'hypothèse d'une distribution normale du critère de sélection, on a :

$$i = z/p$$

z étant l'ordonnée du point de troncature correspondant à un taux de sélection de p .

Soient x la durée de vie moyenne (en années) des mères et n le nombre total de femelles aptes à la reproduction produites par mère au cours de sa carrière. n est une fonction croissante de x , dont la nature dépend de l'espèce considérée. Pour maintenir un effectif constant, chaque mère doit être remplacée, en moyenne, par une fille et par suite :

$$p = 1/n \text{ d'où } i = zn$$

L'intervalle de génération est classiquement défini comme l'âge moyen des parents à la naissance de leurs descendants et si on admet que ceux-ci sont choisis uniformément, quel que soit l'âge de la mère (celui-ci variant de a , âge à la première mise-bas, à x , âge à la réforme), on a :

$$t = (a + x) / 2$$

$$\text{d'où } i/t = 2zn / (x + a)$$

(1)

La dérivée par rapport à x , de cette expression est :

$$2 \left[\left(z \frac{dn}{dx} + n \frac{dz}{dx} \right) (x + a) - zn \right] / (x + a)^2$$

elle s'annule pour :

$$(x + a) \left(z \frac{dn}{dx} + n \frac{dz}{dx} \right) = zn$$

$$\text{Or, } \frac{dz}{dy} = \frac{dz}{dp} \cdot \frac{dp}{dx} = -y \frac{dn}{dx} / n^2$$

y étant l'abscisse du point de troncature sur la courbe normale.

(*) Avec la collaboration technique de Madame Nathalie BOUTLER.

La valeur de x qui donne le rapport i/t maximum est donc la solution de l'équation :

$$(x + a) \frac{dn}{dx} (z - y/n) = zn \quad (2)$$

Le taux de renouvellement annuel r est lié à t par la relation :

$$r = 1/t \text{ (voir BETTINI, 1968)}$$

d'où

$$r = 2/(x + a)$$

L'utilisation de l'approximation de SMITH (1969) permet d'explicitier l'équation (2) qui devient :

$$0,41 (x + a) \frac{dn}{dx} = (n - 1) [0,8 + 0,41 L (n - 1)] \quad (3)$$

Les équations (2) ou (3) peuvent être résolues si l'on connaît la valeur de n en fonction de x .
Suivant l'espèce, et en schématisant, on peut distinguer deux cas :

1°/ la prolificité est indépendante de l'âge. n est alors une fonction linéaire de x , qui fait intervenir :

- a , déjà défini
- m , nombre de mises-bas par an
- f , nombre de femelles aptes à la reproduction produites par mise-bas

$$n = f + fm (x - a) \text{ d'où } \frac{dn}{dx} = fm$$

2°/ la prolificité varie avec l'âge. Si $f(x)$ exprime la taille de la portée en fonction de l'âge de la mère et k le pourcentage de femelles aptes à la reproduction dans la portée

$$n = k [f(a) + \int_a^x m f(x) dx]$$

$$\text{d'où } \frac{dn}{dx} = k m f(x)$$

Si $f(x)$ représente la taille de la portée au sevrage, on peut remarquer que la **productivité numérique** de la femelle, définie par LEGAULT (1971) comme le nombre d'individus sevrés par an, est :

$$P = (n/k) / (x - a + 1/m)$$

et la productivité numérique corrigée pour tenir compte de la femelle gardée pour le remplacement de sa mère est :

$$P' = (n/k - 1) / (x - a + 1/m) \quad (4)$$

Pour l'espèce porcine, les valeurs suivantes ont été retenues :

$$k = 0,375 \text{ (on suppose que 75 p. cent des femelles sevrées sont aptes à la reproduction ;)}$$

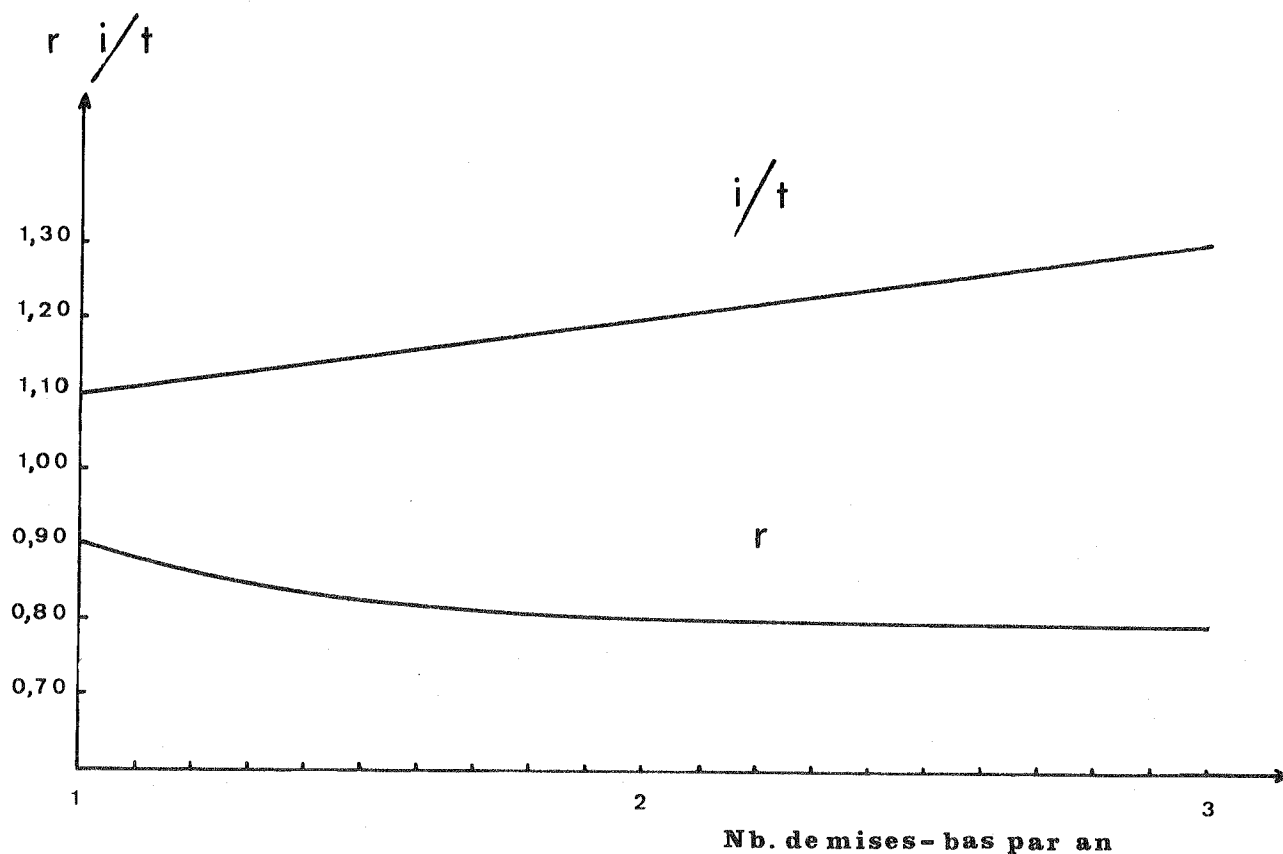
$$a = 1$$

$$f(x) = 4,34 + 5,13 x - 1,80 x^2 + 0,19 x^3$$

La fonction $f(x)$ a été obtenue en ajustant, par régression polynomiale, une courbe au graphique de BLOUET (1969) donnant le nombre de porcelets sevrés par portée, en race **Large White**, en fonction de l'âge de la mère.

L'équation (2) a alors été résolue par itération (1) pour des valeurs variables de m . Le graphique 1 montre comment varient le taux de renouvellement optimum et le rapport i/t correspondant pour des rythmes de reproduction de la truie allant de 1 à 3 mises-bas par an. On voit ainsi, comme cela était prévisible, que le taux optimum de renouvellement diminue quand le rythme de reproduction s'élève. Remarquons cependant que ce taux ne diminue que de 84 à 81 % quand le rythme de reproduction passe de 1,5 à 2,5 mises-bas par an. Le rapport i/t (et, par suite, le progrès génétique) s'accroît d'une manière pratiquement linéaire en fonction du rythme de reproduction, le gain génétique étant accru d'environ 8 % pour une mise-bas annuelle supplémentaire.

(1) Le programme de calcul a été établi avec l'aide de S. CALOMITI.

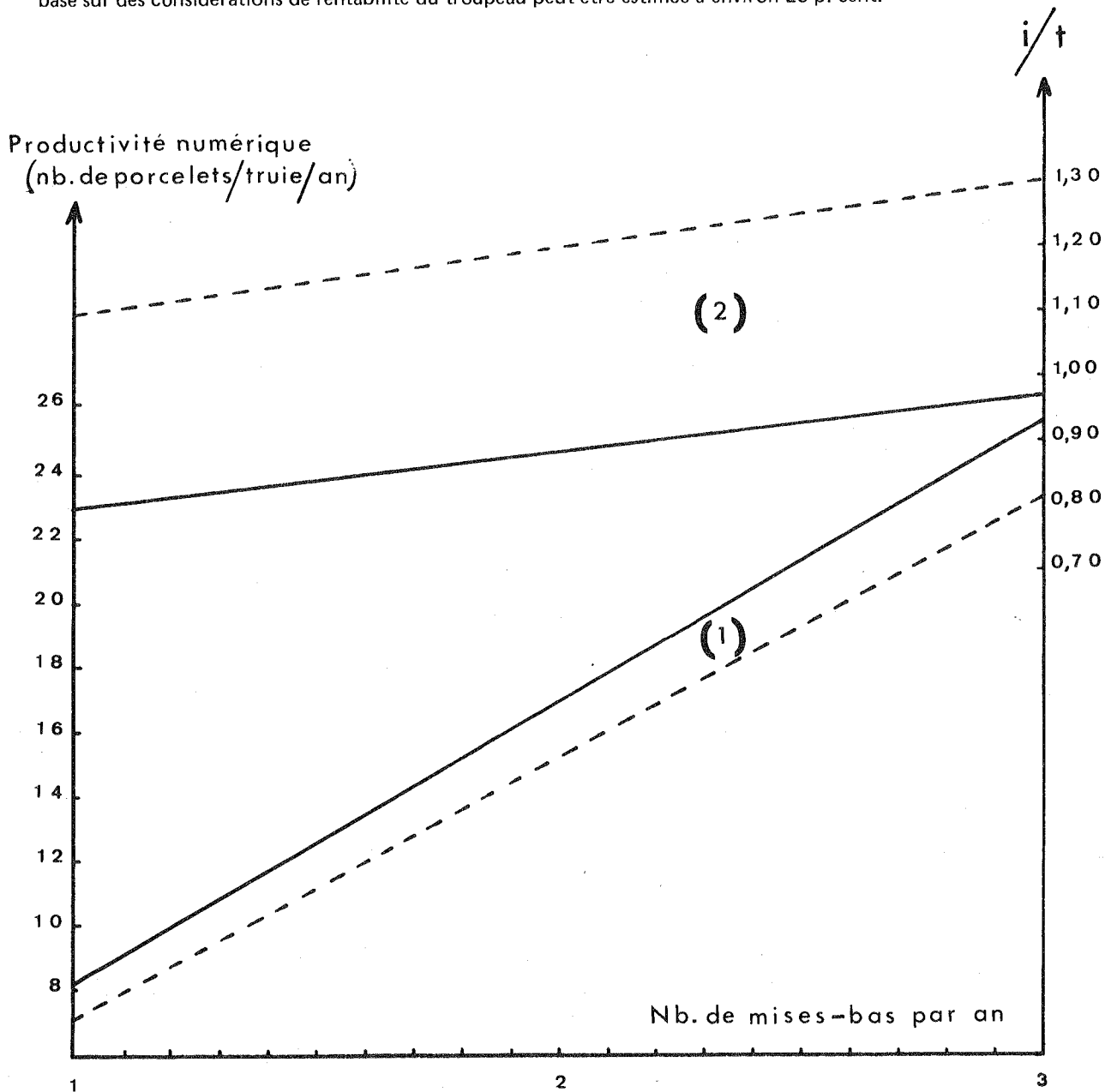


GRAPHIQUE 1 :

Taux optimum de renouvellement (r) des femelles et valeur correspondante du rapport i/t en fonction du nombre de mises-bas par an.

Il apparaît donc que, pour un rythme de reproduction voisin de 2 mises-bas par an et pour une race de prolificité équivalente au **Large White**, le taux optimum de renouvellement des femelles se situe vers 82 p. cent. Il s'agit ici d'un optimum génétique, qui permet d'atteindre, théoriquement, la limite extrême de l'amélioration génétique annuelle, dans l'hypothèse où toutes les femelles de remplacement font l'objet d'une sélection. A côté de cet optimum génétique, il existe un optimum économique, dont le calcul exact déborde le cadre de cette note, car il faudrait tenir compte, en particulier, des frais liés à la mise à la reproduction des jeunes femelles, de leur taux de survie, et de l'évolution pondérale de la truie, qui conditionne son prix de vente aussi bien que le coût de son entretien. Pour donner cependant une idée approximative du "coût" de l'optimum génétique, la productivité numérique définie par l'équation (4) a été calculée, d'une part pour un troupeau appliquant les taux de renouvellement du graphique 1, et d'autre part pour un troupeau où l'âge moyen des mères serait de 2,25 ans (27 mois) et l'âge à la première mise-bas de 1,12 ans (410 jours), chiffres observés dans le Herd-Book **Large White** pour l'année 1969. De plus, la valeur du rapport i/t dans cette dernière situation a été calculée pour différentes valeurs du nombre de mises-bas par an.

Le graphique 2 montre ainsi que le "coût économique" de l'optimum génétique varie de 1,1 à 2,4 porcelets par truie et par an, alors que la "perte génétique" due à un renouvellement des femelles exclusivement basé sur des considérations de rentabilité du troupeau peut être estimée à environ 26 p. cent.



GRAPHIQUE 2 - Productivité numérique (1) et valeur de i/t (2)

———— dans les conditions normales d'élevage (voir texte)

----- dans un élevage appliquant les taux de renouvellement du graphique 1.

Les hypothèses qui sont à la base de ces résultats méritent d'être brièvement discutées. La définition de l'intervalle de génération utilisée suppose que les générations soient distinctes, ce qui n'est pas le cas dans la plupart des situations pratiques. Quand les générations se recouvrent, BETTINI (1961) a montré que l'intervalle de génération n'est plus égal à l'âge moyen des reproducteurs à la naissance de leurs descendants, selon la définition donnée par LUSH (1937) et reprise par FALCONER (1960). La relation entre les deux paraît complexe et elle dépend de nombreux facteurs dont l'âge à la première mise-bas et l'intervalle entre les mises-bas successives. Il aurait été souhaitable, par ailleurs, de tenir compte, pour calculer t , de la distribution réelle des âges des parents à la naissance de leurs descendants, mais, dans le cas du porc, deux facteurs jouent en sens inverse et on

peut penser que leurs effets perturbateurs en sont diminués sinon annulés. D'une part les mères jeunes tendent à être plus nombreuses que les truies plus âgées, mais en contre-partie elles contribuent moins au renouvellement du fait de leur prolificité plus faible.

Remarquons par ailleurs que des résultats très voisins de ceux du graphique 1 ont été obtenus en supposant une prolificité constante ($f = 3$) des truies quel que soit leur âge. Ces considérations suggèrent que la solution de l'équation (2) dépend en définitive assez peu de la façon dont la prolificité varie en fonction de l'âge, le facteur important étant le nombre annuel de mises-bas par truie.

L'étude qui vient d'être faite, limitée aux femelles, pourrait être appliquée globalement aux deux sexes. Cependant, il est préférable de dissocier le cas des mâles dont le renouvellement fait souvent appel à des élevages extérieurs, et chez lesquels, d'autre part, l'intensité de la sélection possible est très largement supérieure à celle des femelles. Dans le cas d'un troupeau fermé, il paraît évident, au vu des résultats qui viennent d'être présentés, que le taux optimum de renouvellement annuel des mâles est de 100 p. cent.

En conclusion, il est souhaitable, du strict point de vue de l'amélioration génétique, d'assurer un renouvellement très rapide des reproducteurs. Cette étude montre également que la productivité des truies - que ce soit par la prolificité le rythme de reproduction ou la vitalité des porcelets - influe notablement sur la vitesse du progrès génétique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BETTINI T.M., 1968. Elementi di Demografia Zootecnica. Produzione Animale. Napoli.
- BETTINI T.M., MATASSINO D., 1961. Il ciclo di sostituzione dei genitori, la successione delle generazioni, e l'età media dei genitori alla nascita dei figli. *Genetica Agraria*, 13, 321-358.
- BLOUET P., 1969. Performances d'élevage des reproducteurs inscrits au Herd-Book du Porc Large White. Mémoire de fin d'études, I.T.P.A., Paris.
- FALCONER D.S., 1960. *Introduction to Quantitative Genetics*. Oliver and Boyd. London.
- LUSH J.L., 1937. *Animal Breeding Plans*. Iowa State College Press.
- SMITH C., 1969. Optimum selection procedures in animal breeding. *Anim. Prod.* 11, 433-442.