



Progrès génétiques comparés des races de sang en France

Par : LANGLOIS B., BLOUIN C., RICARD A.
INRA, Centre de recherches de Jouy
Station de génétique quantitative et appliquée,
78352 Jouy en Josas cedex (France)

Résumé

Les évaluations Blup en modèle animal des chevaux de selle et de course d'après leurs gains permettent de suivre l'évolution génétique récente du selle français et de l'anglo-arabe vis-à-vis de l'aptitude au CSO. On remarque l'influence de la mise à la disposition des éleveurs d'évaluations génétiques en 1976 d'abord (ISO, évaluation sur descendance des étalons), en 1988 ensuite (BSO) sur le niveau moyen de production dans ces races. De la même façon, on observe que le trotteur français progresse régulièrement depuis 1974 de 4 à 5% d'écart-type phénotypique (s_p) par an exclusivement par la sélection des étalons. Cette progression peut être notablement accélérée (8% de s_p) par une sélection des poulinières tel que cela a été commencé de 1992 à 1995.

Il en va d'une manière un peu moins efficace pour le progrès génétique en pur sang 4% de s_p de 1974 à 1980, qui tombe à 3% de 1981 à 1994. C'est une conséquence d'une structure démographique moins favorable à l'intensité de la sélection et d'une moindre précision de l'estimation des valeurs génétiques. Le faible progrès observé en AA a la même origine (le nombre de juments saillies par étalon pour produire dans la race est beaucoup trop faible).

Le progrès observé sur les courses d'obstacles (1,4 à 1,5% de s_p en PS) résulte à notre avis d'une réponse corrélée sur l'aptitude au plat car on sélectionne très peu sur ce critère du moins chez le Pur sang. Les observations suggèrent une corrélation génétique de 0,40.

Mots-clés : Cheval - progrès génétique - races de sport - races de courses - France

Summary

Animal model BLUP evaluations from the earnings of sport and race horses made it possible to draft the recent genetic evolution of the Selle Français and Anglo Arab breeds for jumping ability. The positive effect of the publication of breeding value estimations in 1976 (ISO and progeny testing of stallions) and in 1988 (BSO) on the mean level of production in these breeds is clearly evident. In the same manner, it can be seen that the favourable genetic evolution of the French Trotter (4 to 5% of phenotypic standard deviation s_p per year from 1974 to 1992) was exclusively due to the selection of the stallions. This progress can be greatly improved (8% of s_p) by increasing the selection pressure on the dam side, which was already begun from 1993 to 1995.

The genetic progress in thoroughbreds for flat racing is a little less efficient. The 4% of s_p from 1974 to 1980 fell to 3% of s_p from 1981 to 1994. This was a result of less favourable demographic structures that limited the selection intensity in this breed. The slow progress observed in AA is due to the same problem: the number of mares mated per stallion is far too low in this breed.

The progress observed for jumping races (1.4 to 1.5% of s_p in thoroughbred) is due in our opinion, to a correlated response to the selection for flat races ability. This is because very little selection is made on this criteria, at least in the thoroughbred. The observations suggest a genetic correlation of 0.40.

Key words : Genetic progress - Sport horses - Race horses - France

INTRODUCTION

Depuis les années 70, l'informatisation des procédures d'identification des chevaux (SIRE) et de la gestion des résultats dans les courses et les compétitions équestres a permis de disposer d'importants fichiers de données qu'il apparaissait intéressant de valoriser pour l'élevage par les techniques biostatistiques classiques. Il fut demandé au département de génétique animale de l'INRA de procéder à ce travail. Dès 1976, il était proposé la première publication des Indices Saut d'obstacles (ISO) et les premières estimations des étalons sur descendance dans cette même discipline. Tout naturellement on glissa de ces évaluations à des évaluations BLUP en modèle animal à mesure que les progrès de l'informatique rendaient les calculs réalisables (1988). Une démarche similaire était engagée pour le trotteur qui aboutit en 1990 à la première publication des indices trot (ITR) et des Blup Trot (BTR). En revanche, dès 1975, les premiers résultats concernant les courses au galop se heurtaient à des résistances feutrées des milieux concernés. C'est toujours le cas et les indices courses plates ICP ou courses à obstacles ICO ne sont disponibles depuis 1994 que pour les éleveurs d'AQPS qui l'ont souhaité ; les évaluations génétiques BCP et BCO restant confidentielles.

Nous nous proposons dans cet article, à l'aide des évaluations Blup en modèle animal, de suivre l'évolution génétique récente de nos principales races de sang et de comparer l'efficacité de la sélection qui leur a été appliquée depuis 1974 (première année du SIRE).

I - MATERIEL ET METHODE

1. Mesure de la performance

Le choix du Gain annuel comme critère de mesure de la performance et de ses facteurs de variations a été souvent discuté (citons Langlois, 1980 pour le cheval de concours hippique ; Langlois (1984a et b, 1986) pour le trotteur ; Langlois et al., 1996a pour les courses au galop). Pour le cheval de concours hippique, le critère est le logarithme du gain annuel. Il en est de même pour les courses plates et à obstacles. Pour le trotteur, c'est le logarithme du gain annuel divisé par le nombre de courses disputées par le cheval dans l'année.

2. Modèle d'analyse

Cette mesure de la performance est expliquée par le modèle linéaire suivant :

$$y = Xb + Zu + Wm + Zp + e$$

avec :

y : vecteur des observations

b : vecteur des effets fixes (sexe et classe d'âge-année)

u : vecteur des valeurs génétiques additives individuelles

m : vecteur des effets "maternel-élevage" : effets du milieu commun aux différentes performances des descendants d'une même mère

p : vecteur des effets du milieu commun aux différentes performances d'un même cheval

e : vecteur de l'erreur résiduelle

X, Z, W, matrices d'incidence

Les effets fixes sont le sexe (2 niveaux : femelle et mâle ou hongre) et une combinaison de l'âge et de l'année. Il y a 5 classes d'âge : 4 ans, 5 ans, 6-7 ans, 8-9-10 ans, 11 ans et plus pour le concours hippique. 2 ans, 3 ans, 4 ans, 5 ans, 6 à 10 ans pour le trotteur. Il y a 4 classes d'âge pour les galopeurs : 2 ans, 3 ans, 4 ans, 5 ans et plus pour le plat ; 3 ans, 4 ans, 5 ans, 6 ans et plus pour la course à obstacles. Ces classes d'âges sont croisées avec 24 années en concours hippique (de 1972 à

1996). 29 années en trotteur depuis les 2 ans de 1968 jusqu'à 1996 (soit toutes les performances de trotteurs français nés depuis 1966). 45 années en courses plates depuis les 2 ans de 1950 jusqu'à 1995, 44 années en courses à obstacles depuis les 3 ans de 1951 jusqu'à 1995 (soit toutes les performances des pur sang nés en France depuis 1948). La combinaison de l'âge et de l'année est nécessaire car la politique de dotation des épreuves en fonction de l'âge varie dans le temps et se combine aux effets de l'inflation.

L'effet "maternel-élevage" est une interprétation de la différence trouvée entre la composante paternelle et maternelle de la variance. Cette différence est due à un effet de milieu commun aux différents descendants d'une même mère. Puisque la majorité des élevages de chevaux de selle de trotteurs et de pur sang ne comprennent qu'une seule jument, l'effet maternel strict se confond avec l'influence de l'éleveur : alimentation, soins, mise en valeur des produits.

L'effet de milieu commun aux différentes performances d'un même cheval représente la différence entre la corrélation entre deux performances (répétabilité) et l'héritabilité ajoutée à l'effet maternel. Il est expliqué par le milieu constant, après l'élevage, dont bénéficie le cheval plusieurs années de suite.

Les espérances (E) et la matrice de variance-covariance (V) des effets de ce modèle linéaire sont :

$$E \begin{bmatrix} y \\ u \\ m \\ p \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xb \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad V \begin{bmatrix} u \\ m \\ p \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_u^2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & I\sigma_m^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_p^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

avec : $\sigma_u^2 = h^2$, $\sigma_y^2, \sigma_m^2 = v \sigma_y^2$, $\sigma_p^2 = (r - v - h^2) \sigma_y^2$, $\sigma_e^2 = (1 - r) \sigma_y^2$

A : matrice de parenté, I : matrice identité
 h^2 : héritabilité, r : répétabilité, v : fraction de la variance phénotypique due à la composante maternelle-élevage.

La matrice de parenté comprend l'ensemble des animaux, reproducteurs ou non, performeurs ou non. Les lignes de la matrice Z correspondant aux animaux non performeurs ne contiennent que des 0.

3. Estimation des valeurs génétiques

Les équations qui permettent d'estimer les différents effets en minimisant la variance d'erreur correspondant au modèle mixte défini ci-dessus sont :

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z & X'W & X'Z \\ Z'X & Z'Z + t_1 A^{-1} & Z'W & Z'Z \\ W'X & W'Z & W'W + t_2 I & W'Z \\ Z'X & Z'Z & Z'W & Z'Z + t_3 I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b \\ u \\ m \\ p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \\ W'y \\ Z'y \end{bmatrix}$$

avec : $t_1 = (1 - r) / h^2$, $t_2 = (1 - r) / v$, $t_3 = (1 - r) / (r - h^2 - v)$

La résolution de ces équations ainsi que le calcul des précisions des estimations sont détaillés dans l'article réalisé par Tavernier (1988a).

Les paramètres génétiques pour le concours hippique ont été estimés par Langlois (1980) et Tavernier (1986) par l'analyse de la variance du logarithme du gain annuel précorrige pour les effets fixes estimés par un moindre carré. La répétabilité est de 0,45, la composante maternelle-élevage est de 0,05 et l'héritabilité de 0,20.

Pour les courses de trot, les paramètres génétiques ont été estimés d'une part par Langlois (1984a, 1986) et d'autre part par Tavernier (1988b) par analyse de la variance sur la performance précorrige par une estimation des moindres carrés pour les effets fixes. L'héritabilité est de 0,26, la répétabilité de 0,36 et la composante maternelle de 0,04.

Pour les courses au galop les paramètres génétiques utilisés sont les derniers estimés Langlois et al. (1996a). En plat comme en obstacles l'héritabilité est de 0,25 et la composante maternelle-élevage de 0,05 la répétabilité étant respectivement de 0,38 et 0,44.

4. Progrès génétique

Le progrès génétique est mesuré par l'évolution de l'indice BLUP en fonction de l'année de naissance. Il s'exprime donc comme le BLUP en unités correspondant à 1/20 d'écart type phénotypique. Nous étudierons cette évolution depuis les naissances de 1974 (date du début de l'enregistrement systématique de toutes les naissances par le SIRE) jusqu'à celles de 1995 pour le selle Français l'anglo-arabe et le trotteur français et seulement jusqu'à celles de 1994 pour les performances au galop des pur sang et des anglo-arabes.

II - RESULTATS

La figure 1 et la figure 5 montrent la progression de l'aptitude au concours de saut d'obstacles dans les races selle français (SF) et anglo-arabe (AA). Nous distinguerons trois périodes : de 1974 à 1976, c'est-à-dire avant la première publication des ISO et des indices sur descendance des étalons le progrès sur l'aptitude CSO est nul ; de 1977 à 1988, période de la mise en place de la gestion informatique des résultats en compétition et de démarrage de l'évaluation génétique, il atteint 0,4 points par an en SF et 0,07 points par an en AA, ; de 1989 à 1995, période où les BSO sont disponibles on constate une accélération et l'on obtient maintenant 0,8 pts par an en SF et 0,2 en anglo-arabe.

La figure 2 retrace les progrès du trotteur français qui apparaît aussi comme la population française de chevaux de sang dont la sélection s'avère la plus efficace. De 1974 à 1979, il progressait de 0,7 points par an pour atteindre un peu moins d'1 point/an de 1980 à 1992 et dépasser 1,5 points dans la période 1993-1995 avec la mise en place des mesures de sélection des juments selon le BTR.

La figure 3 et la figure 6 montrent l'évolution de l'aptitude à la course plate dans la population de pur sang (PS) et dans la race AA. De 1974 à 1980, avec 0,8 points par an, le PS progressait plus vite que le trotteur. Cette évolution s'est cependant ralentie par la suite où, de 1981 à 1994, on n'observe plus que 0,7 points par an. Sur les mêmes périodes les progrès réalisés par l'AA sont beaucoup plus faibles, respectivement 0,1 et 0,2 points/an.

La figure 4 et la figure 7 montrent l'évolution de l'aptitude à la course à obstacles en race PS et AA. Nous retiendrons simplement une évolution moyenne sur toute la période 1974 à 1994 de 0,3 points/an en PS soit 40% de l'évolution correspondante en plat. Les progrès en AA sont très faibles, 0,04 points par an.

FIGURE 1

EVOLUTION DES BLUP C.S.O. MOYENS
POUR LES PRODUITS SF NES DE 74 A 95

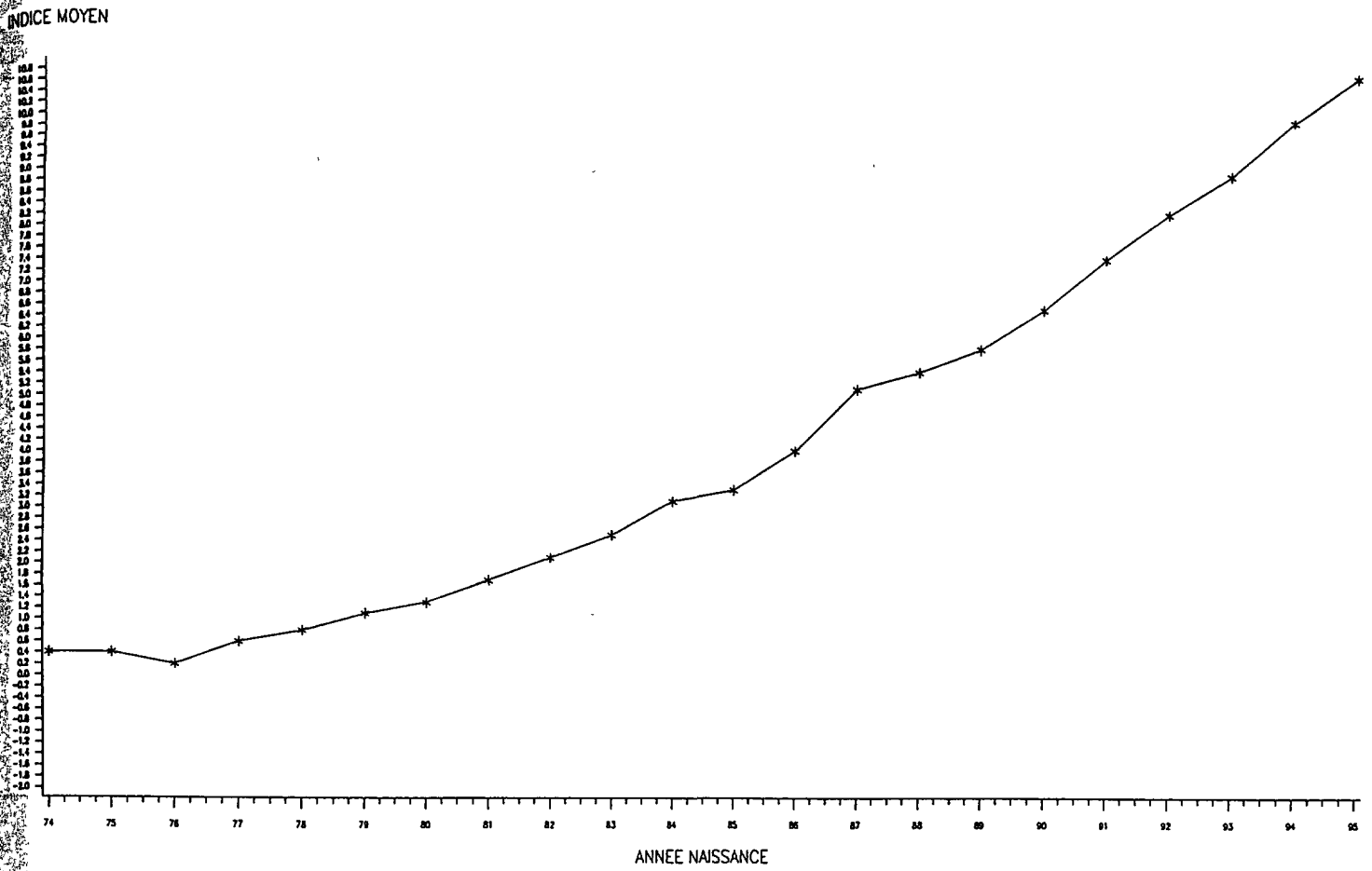


FIGURE 2

EVOLUTION DES BLUP TROT MOYENS
POUR LES PRODUITS NES DE 74 A 95

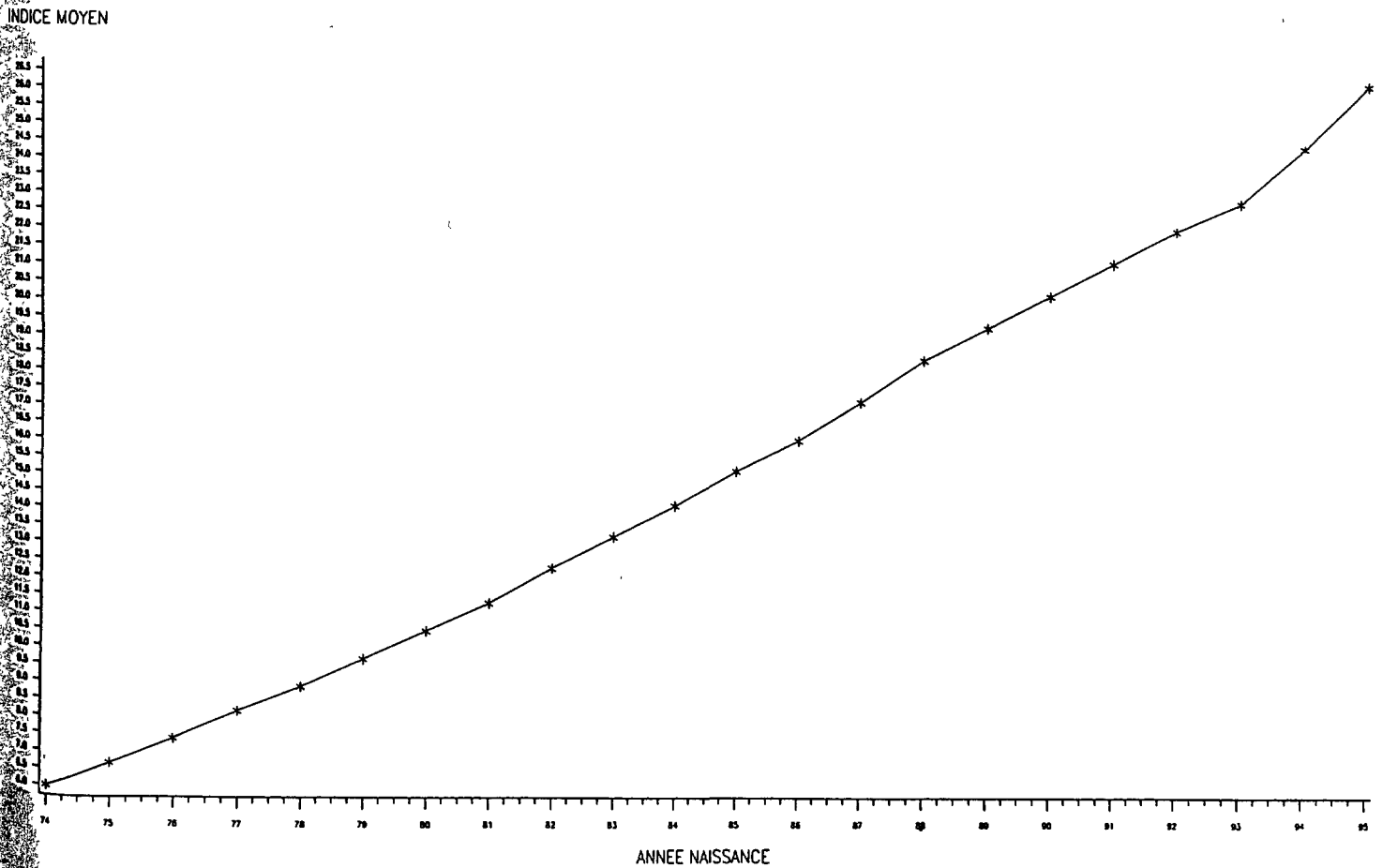


FIGURE 3

EVOLUTION DES BLUP PLAT MOYENS
POUR LES PRODUITS PS NES DE 74 A 94

INDICE MOYEN

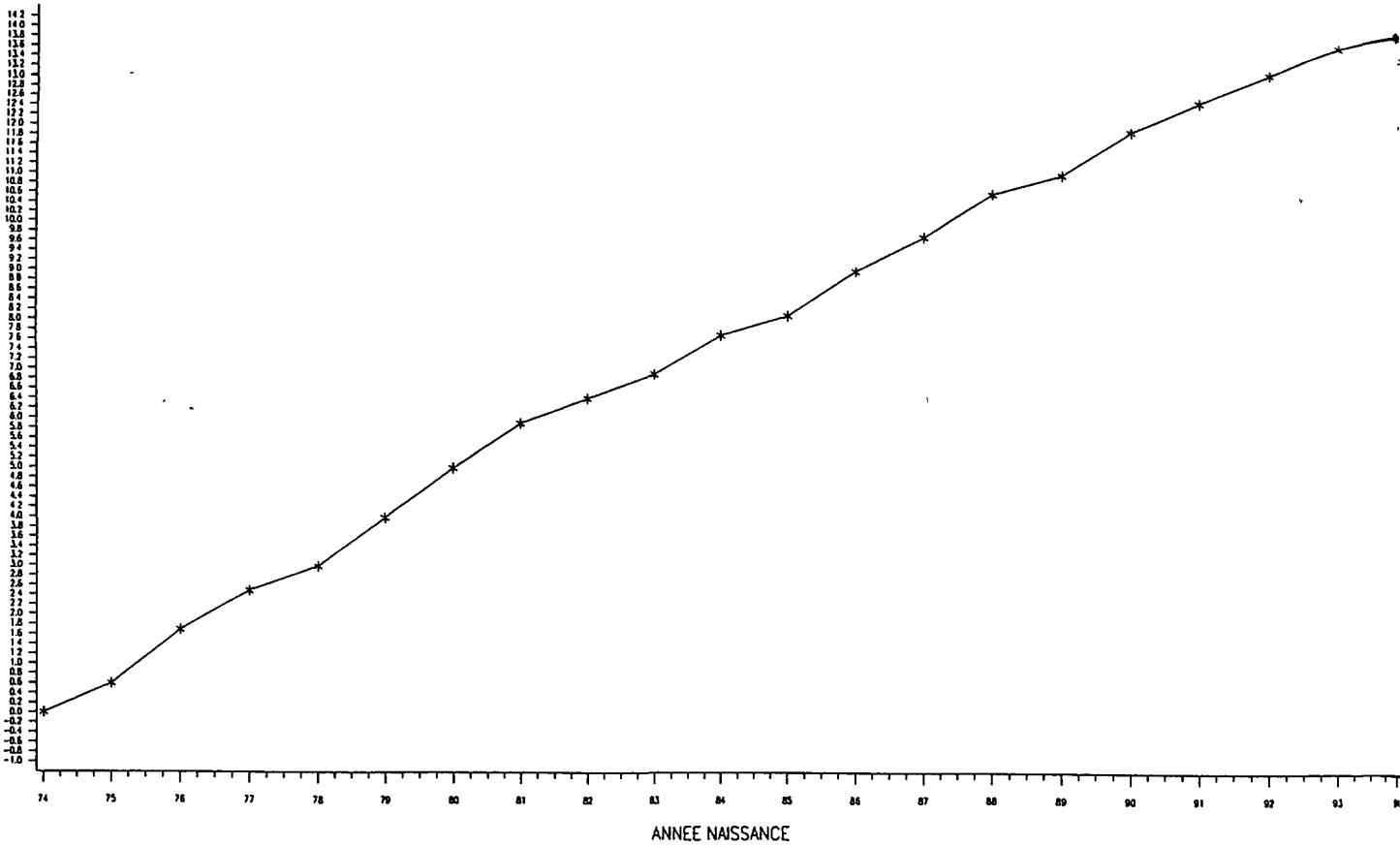


FIGURE 4

EVOLUTION DES BLUP OBSTACLE MOYENS
POUR LES PRODUITS PS NES DE 74 A 94

INDICE MOYEN

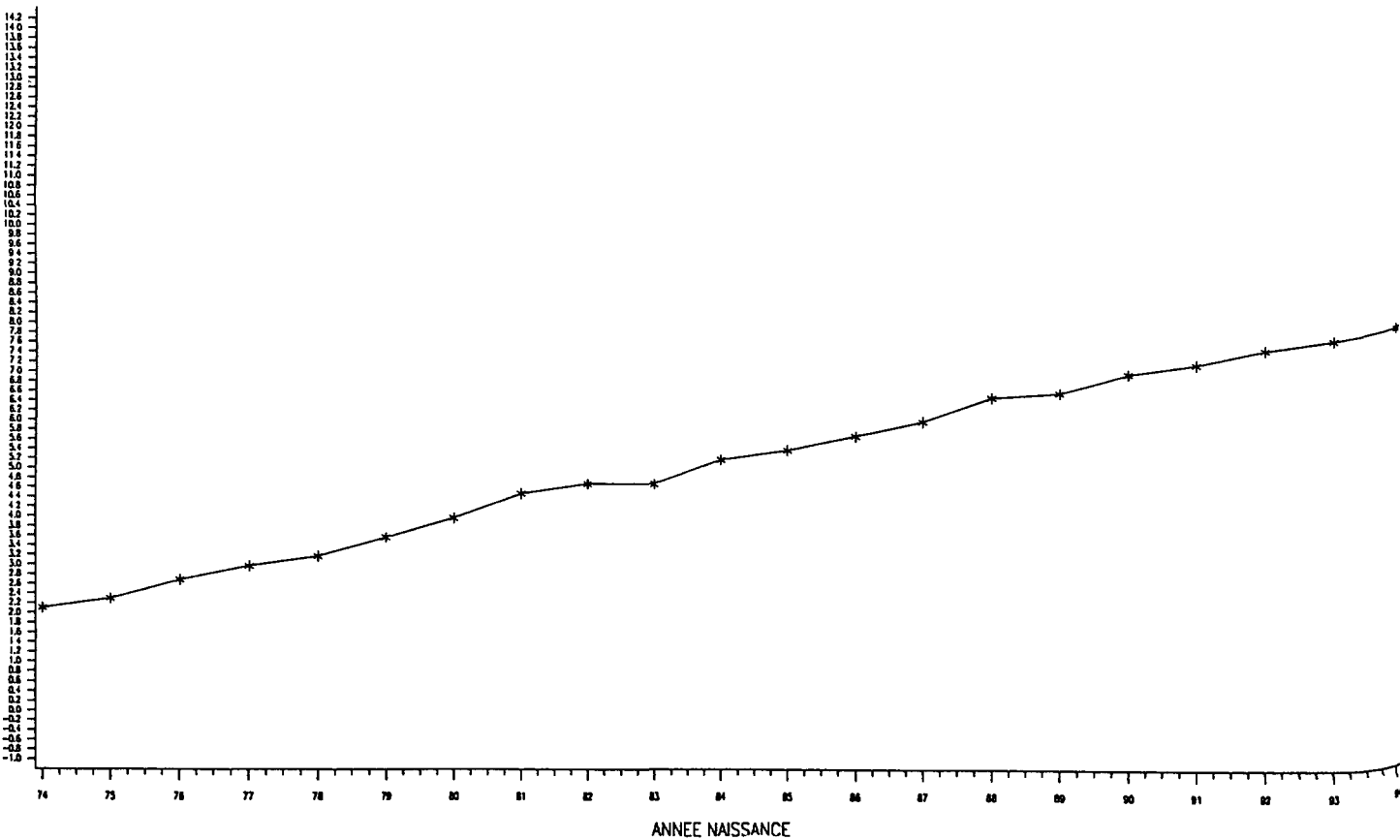


FIGURE 5 EVOLUTION DES BLUP C.S.O. MOYENS
 POUR LES PRODUITS AA NES DE 74 A 95

INDICE MOYEN

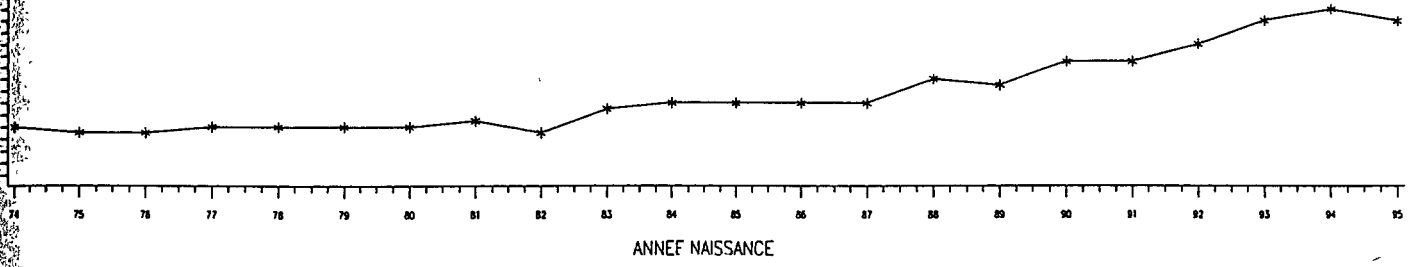


FIGURE 6 EVOLUTION DES BLUP PLAT MOYENS
 POUR LES PRODUITS AA NES DE 74 A 94

INDICE MOYEN

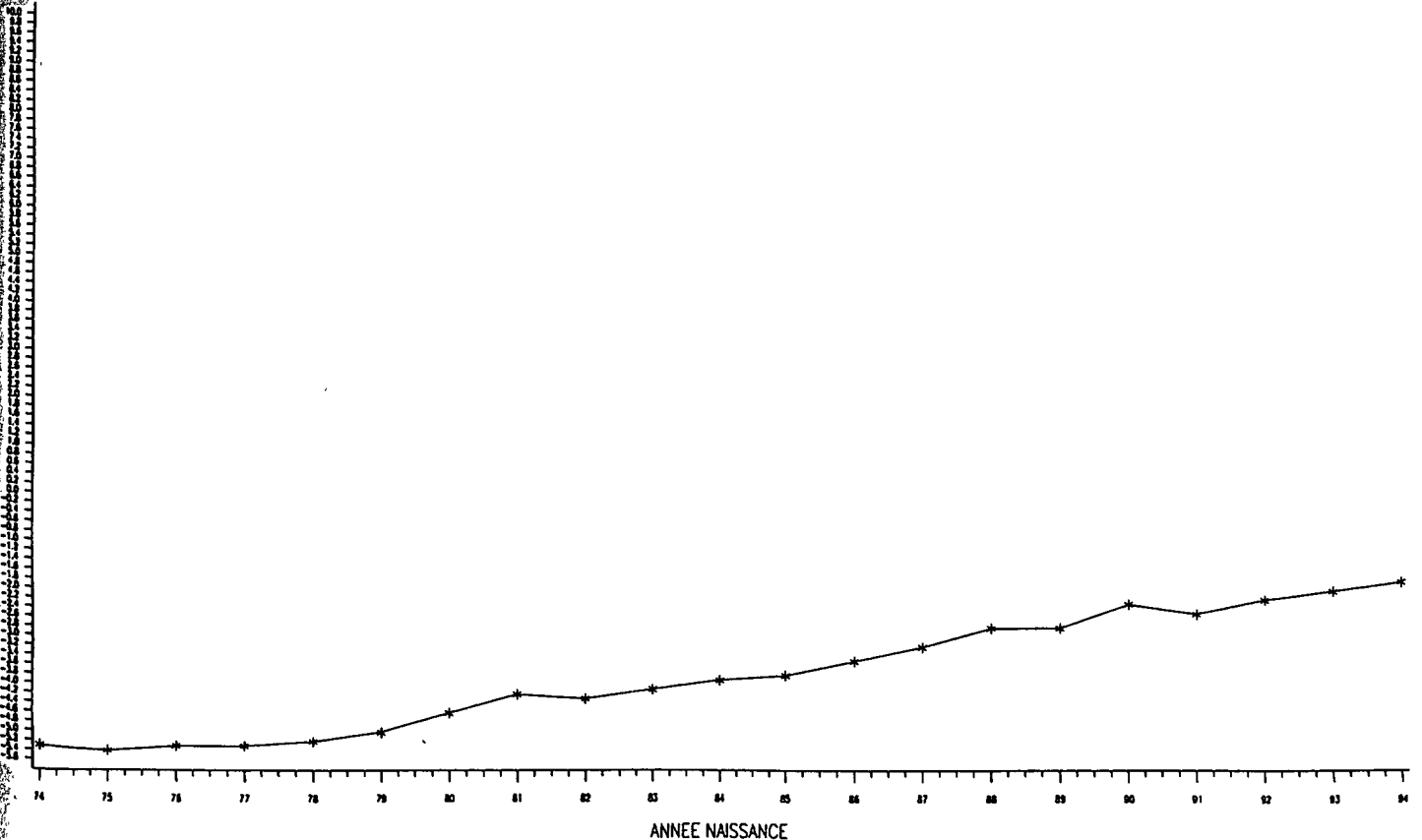
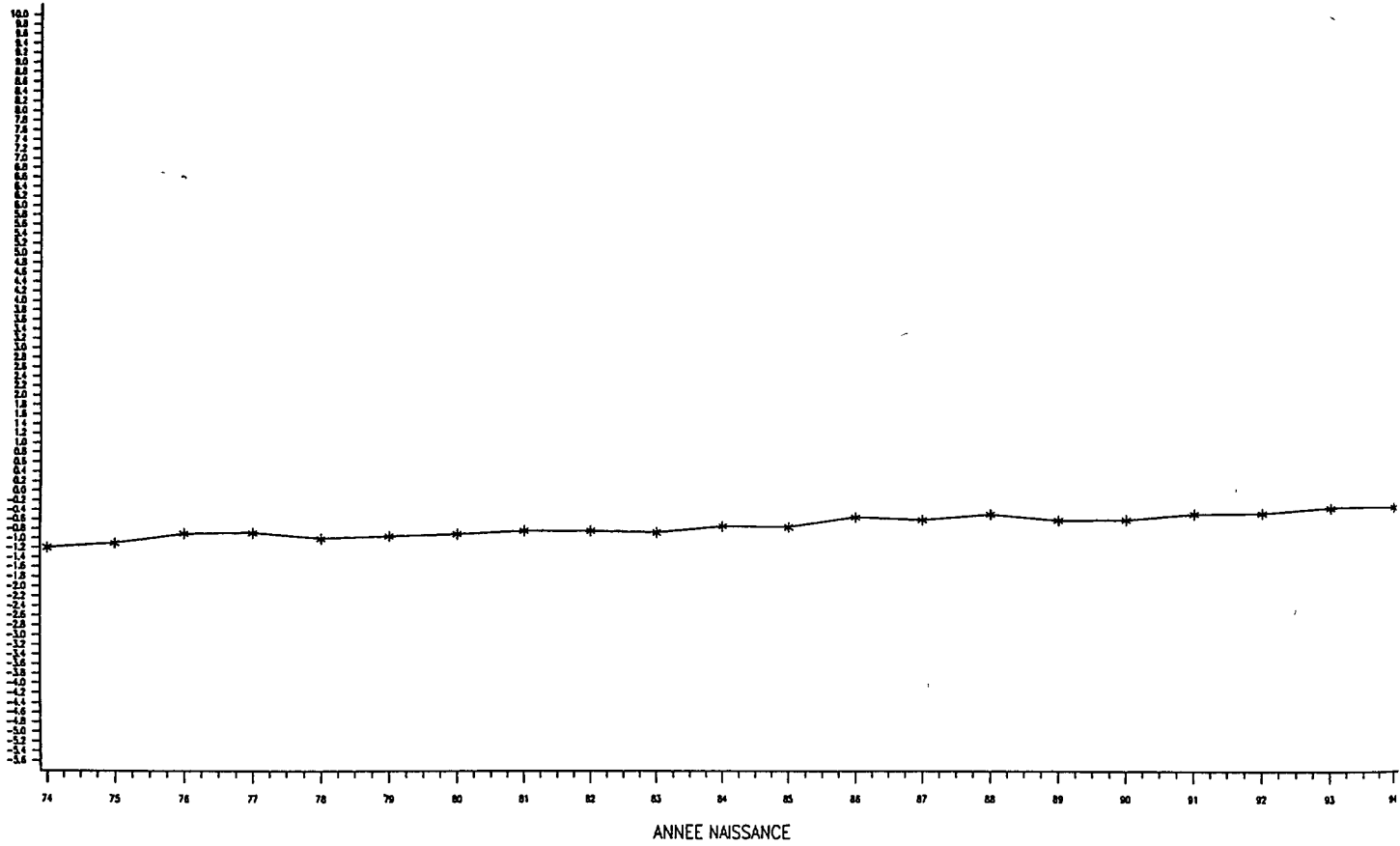


FIGURE 7 EVOLUTION DES BLUP OBSTACLE MOYENS
POUR LES PRODUITS AA NES DE 74 A 94

INDICE MOYEN



III - DISCUSSION

L'examen de ces résultats montre une progression régulière dans chacune des races de sang française pour les aptitudes sélectionnées. Toutefois, une grande différence de vitesse d'évolution est apparue entre race de sport d'une part, et race de course d'autre part. Elle résulte essentiellement d'une prise en compte beaucoup moins efficace des performances dans la sélection des reproducteurs de sport. D'autre part, les races de selle sont conduites pour une bonne part en croisement : 41% pour le SF et 44% pour l'AA (monte 1994), renouvelant ainsi respectivement 20% et 24% de leurs gènes à chaque génération (Langlois, 1995) par des apports extérieurs souvent de pur sang. Hors pour l'aptitude au saut, cette race n'a pas évolué et est donc devenue détérioratrice de l'aptitude au concours hippique (Tavernier, 1986). Ce qui est fait d'un côté par la sélection des reproducteurs, SF en particulier, se trouve donc détérioré d'un autre, sans que les gens en soient véritablement conscients. C'est là, la deuxième cause du faible progrès observé en race de sport. Une autre raison peut également être invoquée, il s'agit de la structure démographique de la population qui peut être plus ou moins efficace. Elle retentit sur les taux de sélection réalisable ainsi que sur la précision des critères de sélection.

Le nombre d'années de reproduction (t) multiplié par la fertilité apparente (fa) par le sexe ratio (0,50), par le taux de survie entre la déclaration de naissance et l'âge de la reproduction (0,80) fournit le nombre moyen de filles disponibles pour le remplacement de leur mère. En multipliant ce nombre par le nombre moyen de juments saillies par étalon pour produire dans la race (n), on obtient le nombre de mâles disponibles pour le remplacement de leur père. L'inverse de ces deux nombres fournit les taux maximum de sélection réalisables sur les voies paternelles et maternelles. Le tableau 1 d'après les statistiques du SIRE en 1994 donne ces éléments pour les races SF, AA, TF et PS.

Tableau 1

Estimation des taux maximum de sélection réalisables dans les races de sang en Pur Sang en France

Race	t	fa	n	taux de sélection mâles	taux de sélection femelles
SF	11,6	0,66	24,2	1 %	33 %
AA	11,5	0,63	9,7	4 %	35 %
TF	11,8	0,67	22,6	1 %	32 %
PS	10,5	0,59	13,7	3 %	40 %

Il apparaît ainsi que la structure démographique du trotteur est bien la plus favorable. Le selle français a une structure tout à fait comparable. En revanche les deux races qui servent en croisement le PS mais surtout l'AA, sont pénalisées surtout sur la voie mâle, ceux-ci saillant trop peu de juments pour la race pure.

Ce faible nombre de juments saillies se répercute également au niveau de la précision des critères de sélection, les étalons étant en général connus sur trop peu de descendants. Ainsi, les coefficients de détermination moyen au moment de la conception étaient en 1990 de 0,21 pour les races SF et AA pour CSO ; de 0,30 pour le trotteur français ; de 0,26 pour le Pur Sang en plat et de 0,16 pour l'obstacle.

CONCLUSION

C'est la population des trotteurs français qui est en France la plus efficace sur le plan de la sélection. La réalisation d'une sélection sur la voie femelle permet d'y atteindre facilement un progrès génétique annuel de plus de 1,5 points par an (8% de s_p).

La population du SF a les mêmes possibilités en ce qui concerne sa démographie et sa structure de contrôle des performances pour l'aptitude au concours de saut d'obstacles (plus de 40% des nés contrôlés contre moins de 35% chez le trotteur). Malgré les progrès réalisés depuis 1976 et surtout depuis 1988 avec 0,8 points par an (4% de s_p), le SF reste encore à la moitié seulement de ses possibilités réelles de progrès.

Le pur sang ne réalise actuellement que 0,7 points/an (3% de s_p) sur l'aptitude à la course plate. Cela pourrait aussi être grandement accru en rendant la structure démographique plus dynamique et en améliorant la précision des critères de sélection.

L'anglo-arabe progresse très peu sur les aptitudes au CSO à la course plate ou à la course à obstacles. Cela est dû à une structure démographique très défavorable et à la dispersion des efforts dans de multiples directions.

Il apparaît que la poursuite d'une politique de croisements nuit non seulement aux progrès génétique des races de selle pour l'aptitude au concours de saut d'obstacles, mais qu'elle ralentit aussi dans les races de croisement le progrès pour d'autres aptitudes en entraînant une limitation trop importante du nombre de juments saillies par étalon dans la race.

Sélection ou croisement, un dilemme hérité du XIXème siècle qu'il serait peut être temps de régler par la mise en place de lignées spécialisées sur des objectifs bien définis et où la sélection pourrait donner toute sa puissance.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Langlois B., 1980. Estimation de la valeur génétique des chevaux de sport d'après les sommes gagnées dans les compétitions équestres Françaises. *Ann. Génét. Sél. Anim.*, 12, 15-31.

Langlois B., 1984a. Héritabilité et corrélations génétiques des temps records et des gains établis par les trotteurs français de 2 à 6 ans. *Journ. Et. Comm. Chev. Fed. Europ. Zootech.*, La Haye, 6-9 août, 11p.

Langlois B., 1984b. L'héritabilité des performances chez le trotteur. Une revue bibliographique. In : R. Jarrige, W. Martin-Rosset Ed., *Le cheval. Reproduction, sélection, alimentation, exploitation*. INRA, Paris, 1984.

Langlois B., 1986. Evaluation génétique des trotteurs français d'après leurs gains. In : *Proc. Journée de la recherche chevaline*. CEREOPA, Paris, 12 mars 1986, 16p.

Langlois B., 1995; *Reitpferdezucht in Frankreich (Sélection du cheval de sport en France)*. *Göttinger Pferdetage* 95, 20-21 Nov. 1995, 51-59.

Langlois B., Blouin C., Tavernier A., 1996a. Nouveaux résultats d'estimation de l'héritabilité des gains en course des pur sang en France. *Genet. Sel. Evol.*, 28, 275-283.

Tavernier A., 1986. Données nouvelles sur les performances des chevaux de sport : précocité, effets maternels, influence du type génétique. In : Journées de la recherche chevaline, CEREOPA, Paris, 12 mars 1986.

Tavernier A., 1988a. Advantages of BLUP animal model for breeding value estimation in horses. *Livest. Prod. Sci.*, 20, 149-160.

Tavernier A., 1988b. Breeding evaluation of french trotters according to their race earnings. 2. Prospects: In : Proceedings of the EAAP-Symposium of the commission on horse production. Helsinki, Finland, June 27-July 1, 1988, (EAAP Publication, n°42, 1989, 41-54).

