

1559

17ème Journée d'Etude



6 Mars 1991

ANALYSE DES PROBLEMES GENETIQUES CHEZ LE PUR SANG : ETAT DES RECHERCHES EN FRANCE ET A L'ETRANGER

Par Bertrand LANGLOIS
Station de Génétique Quantitative
et Appliquée - INRA
78352 Jouy-En-Josas Cedex

Résumé

Les problèmes génétiques soulevés par l'élevage du pur sang sont examinés. Dans un premier temps l'analyse historique et sociologique décrit les questions posées. Dans une seconde partie les réponses de la communauté scientifique à ces interrogations sont passées en revue.

La sélection sur les performances, la grande innovation historique de l'élevage du pur sang, est-elle toujours efficace ?

La race pure est-elle un concept mythique ou une réalité efficace ?

Que penser de l'inbreeding ?

Quels sont les rôles respectifs de l'étalon et de la poulinière.

On conclut sur les perspectives ouvertes et en particulier sur les progrès à faire en matière de gestion génétique où les conceptions en vigueur sont très passées.

Mots-Clés : Cheval - Pur Sang - Aptitude à la course - Sélection.

Summary

Genetic analysis in thoroughbred. State of research in France and in foreign countries.

The genetic problems related to thoroughbred are analysed. In a first step, an historical and sociological analysis describes the questions raised in this population. In a second step, answers from the scientific community are examined:

Is performance selection which was the big historical innovation of this breed, still efficient ?

Is pure breeding a mythic concept or is it technically efficacious ?

What about inbreeding ?

What is the respective influence of the stallion and the mare ?

It is concluded on the prospects and in particular on the progress to be achieved in the field of genetic management where present notions are very old.

Key-Words: Horse - Thoroughbred - Racing ability - Selection

© CEREOPA - 1991

1559

INTRODUCTION

L'élevage du cheval a une dimension historique et sociologique dans laquelle l'apparition du Pur Sang Anglais a été un élément novateur et dynamique de première grandeur qui fut et reste l'occasion de bien des polémiques. Il nous paraît donc important de situer historiquement les apports de cet élevage de façon à exprimer les principales questions qu'il pose. Nous examinerons ensuite les réponses actuelles de la communauté scientifique à ces interrogations et nous finirons par les perspectives ouvertes.

I. LES QUESTIONS POSEES

Les concepts de sang, de pureté de race, de sélection et d'amélioration ont d'importantes implications historiques et sociologiques qui rendent toujours l'abord de la question de l'amélioration génétique des pur sang délicate. L'expression "**l'amélioration de la race chevaline**" revêt de ce fait une très forte importance culturelle. Si l'on suit MULLIEZ (1983) on peut en situer l'origine très loin jusqu'aux articles sur l'âne et le cheval de l'*Histoire Naturelle* de BUFFON (1753). Très marqués par les dogmes de l'époque sur la création, on y pressent toutefois les idées évolutionnistes dans le concept de dégénérescence des races sous l'influence des climats et des lieux. Ces idées trouvèrent une application dans la doctrine du croisement des races imposée par le très autoritaire BOURGELAT, le fondateur de nos écoles vétérinaires, à l'administration naissante des Haras Nationaux. Pour revenir au type parfait de la création, défini par ses fameux canons, il préconisait l'emploi d'étalons choisis à l'opposé des juments de manière à compenser les écarts à l'idéal qu'elles présentaient. Il fallait alors aller les chercher dans des localités et pays éloignés.

Pour faire contrepoids, l'idée d'amélioration dans l'indigénat ne put se substituer efficacement à celle de la simple conservation du type local que tardivement à mesure que les idées de DARWIN sur l'évolution permettaient au concept de sélection de naître. La création du Pur Sang Anglais conforta encore ces idées en imposant en plus la notion de sélection sur l'épreuve plutôt que sur l'apparence.

Il s'ensuivit petit à petit une domination de la conduite en race pure sur la conduite en croisement qui culmina avec l'apparition des Stud-Books, qui marque les techniques de production animale du XIX^{ème} siècle. Ils exigeaient en effet des procédures précises d'identification permettant de bien rapporter à un même cheval des performances obtenues dans différents endroits et moments. Ils permettaient aussi de relier ces mêmes performances non plus seulement au cheval lui-même mais aussi à ses apparentés par la certification de la filiation. La voie de la sélection généalogique et du contrôle de la descendance se trouvait ainsi ouverte. Les questions sur le rôle respectif de l'étalon et de la poulinière pouvaient être documentées autorisant l'essor de la notion originale de père de mère. L'émphase justifiée ou non autour de la lignée basse (de mère en mère en partie basse du certificat d'origine) permettait aussi de réactiver le concept du croisement dans la gestion en race pure. De la même façon, la recherche de "l'inbreeding" ou de "l'outbreeding" déclenchait les mêmes ressorts.

Jusqu'à l'aube du vingtième siècle, le cheval auquel l'homme s'identifiait intensément servait donc seul de support expérimental aux théories sur l'hérédité. Ces théories se développaient aussi en fonction des soutiens sociologiques qu'elles pouvaient recevoir. La notion de sang par exemple véhicule une image de la société (B.LIZET, 1988). Tout en haut l'aristocrate, le cheval de sang pur ou pur sang, juste en dessous le bourgeois ou le demi sang, en dessous enfin la multitude des prolétaires ou chevaux de trait. De la même façon, N. de BLOMAC (1988) décrit bien les facteurs sociologiques qui ont présidé à l'introduction du pur sang anglais en France. Je résume ici ses propos :

De grands aristocrates découvrent le cheval de course anglais. Cheval bien né comme eux, il est éprouvé sur le turf comme ils sont destinés eux-même à l'être au combat. Ce cheval porte aussi les couleurs de son propriétaire comme cela se faisait dans les tournois de chevalerie. Ce cheval est

comme eux différent. C'est un prototype inadapté à l'usage courant. Comme pour eux aussi, sa filiation l'emporte sur son individualité jusqu'à ce que ses propres performances célébrées par les hérauts du turf ne lui donnent une identité personnelle. Ces jeunes gens trouvent alors dans les courses à l'anglaise un substitut à la société dont ils rêvent : une société-club où ils sont entre eux, une société-spectacle pour les autres, jouant donc son rôle social, une société-pouvoir puisqu'en influant par leurs choix sur l'avenir de la production chevaline, ils servent leur pays à la place qui est la leur. Le débat sur le mérite opposé à la naissance les agite et leur attirance pour le pur sang anglais est significative. S'appropriant instinctivement ce cheval dont le meilleur ne peut être que bien né, ils peuvent ainsi réattribuer le mérite à la naissance.

On voit donc comment l'emphase autour de l'hérédité dans cet élevage s'est peu à peu installée jusqu'à négliger les effets du milieu. On privilégie en effet le don sur la méthode car le premier vient soit du ciel soit des aïeux, la seconde est le fruit du travail et donc non noble puisque ces derniers ne travaillent pas.

De la même façon, l'économie de cet élevage est fondée sur les risques des jeux d'argent qui pimencent l'existence d'une classe possédante dont les revenus sont faits pour être dépensés ostensiblement et sans compter et évidemment pas sur un projet de production.

Cette perspective aristocratique se perpétue de nos jours où les pur sang courent toujours plus sur leur classe que sur le travail à l'entraînement qui relève plutôt du démocratique trotteur. De la même façon, l'économie de la production s'est déplacée du jeu qui alimente les gains en course, vers la spéculation sur les reproducteurs dans laquelle les sommes engagées n'ont plus maintenant aucune chance d'être amorties un jour par les victoires sur l'hippodrome, transformant cet élevage en un gigantesque jeu de poker. Cet état d'esprit se traduit aussi par le fait que le milieu du pur sang qui se veut toujours à la pointe de notre société reste néanmoins le plus hermétiquement fermé à l'approche scientifique qu'il juge partielle et besogneuse, en un mot bourgeoise. A certains égards, il la craint quand même et allume pour s'en défendre des contre-feux. Le langage scientifique est alors mimé et l'on voit fleurir une littérature des plus discutables qui ne vise qu'à propager l'obscurantisme et dont le but est la domination médiévale des forts sur les faibles.

Mais sans vouloir pousser plus avant la polémique soulevée par nos collègues des sciences humaines, retenons les principales notions introduites historiquement par cet élevage. Ce sont :

- la notion de sélection en race pure en fonction des performances.
- l'introduction d'une gestion précise de l'identification et de la filiation à travers le Stud-book.
- la réflexion sur le rôle respectif de l'étalon et de la poulinière dans l'hérédité.
- la conduite généralisée d'accouplements dirigés.

Les réflexions et les usages du milieu de l'élevage du pur sang dans ces domaines sont-ils toujours bien justifiés? Quelles sont les réponses actuelles de la communauté scientifique à ces interrogations ?

II. LES REPONSES DE LA COMMUNAUTE SCIENTIFIQUE

La sélection sur les performances, la grande innovation historique de l'élevage du pur sang, est-elle toujours efficace?

Cette question a connu en 1988 suite à la polémique CUNNINGHAM-HILL dans le numéro d'avril de *Nature*, les honneurs des grands médias aux Etats-Unis comme en Europe. Le problème est le suivant : malgré l'intensité de la sélection réalisée chez le pur sang, les temps de course ne s'améliorent plus depuis au moins 50 ans. Or, les valeurs d'héritabilité des critères de sélection généralement utilisés, valeurs handicap ou gains, sont relativement fortes ($0.30 < h^2 < 0.40$). Il y a

donc une antinomie apparente entre cette sélection sur un caractère héritable et son absence de traduction en termes d'amélioration de la vitesse en course.

L'étude de ce paradoxe conduit sur deux voies :

L'une, assez théorique, mène à la recherche des causes de surévaluation de l'héritabilité dont la principale est l'émergence d'une variabilité génétique apparente plus importante que la variabilité réelle du fait de l'association systématique de certains effets de gènes par la pratique généralisée de croisements assortis. Ce phénomène qualifié d'homogamie engendre avec la sélection une variabilité génétique due à l'association des gènes qui vient s'ajouter à celle qui résulte de leurs effets. Cette variance encore appelée de déséquilibre de linkage conduit d'ailleurs à corriger les méthodes classiques d'estimation de l'héritabilité pour ce phénomène (LANGLOIS, 1981). La variabilité génétique ne résulte alors plus seulement de la variabilité des gènes à chaque locus, mais aussi d'une composante de covariance entre les effets de ces gènes.

L'apparition probable d'une corrélation entre les effets génétiques et ceux de l'environnement est une autre source de surévaluation. En effet, comment assurer que les effets de milieu sur les descendants sont indépendants des génotypes parentaux? Les descendants de tel ou tel reproducteur ne sont-ils pas déjà préorientés vers des entraînements plus ou moins prestigieux qui leur ouvrent des carrières plus ou moins brillantes? La grande importance de l'effet entraîneur mis en évidence par les études allemandes exprime à notre avis ce phénomène. De l'avis général, en effet, tous les jeunes pur sang sont soumis au même travail chaque jour. Ils sont donc tous dans des conditions standard de préparation physique que certains techniciens jugent d'ailleurs sommaires même s'ils admettent qu'il est difficile de faire mieux sur de jeunes chevaux encore en croissance.

Ces deux phénomènes, écarts aux conditions de la panmixie et non indépendance des effets génétiques et de ceux du milieu que l'on rencontre aussi dans les études sur l'hérédité du QI, rapprochent la génétique équine de la génétique humaine. Sont-ils suffisants pour expliquer les fortes corrélations entre apparentés observées dans cette population sans faire appel à un bien réel phénomène héréditaire? Comment trancher entre l'héritabilité "culturelle" comme disent les généticiens humains et l'héritabilité due aux gènes? Certains (SCHULZE-SCHLEPPINGHOFF et al. 1985, HILL 1988, JAMES 1990) paraissent incliner pour la prédominance des effets "culturels". D'autres, comme nous-même et les Irlandais (GAFFNEY et CUNNINGHAM, 1988) rejoints en cela récemment par les Espagnols (M.D. CHICO et al., 1989) et les Allemands (PREISINGER et al. 1990), sans nier les facteurs de surévaluation, penchent pour une héritabilité non négligeable de l'aptitude à la course.

Remarquons en effet que les pur sang ne courent pas après les chronométrages mais après une place dans la course. De ce fait, les professionnels n'accordent que très peu d'importance aux temps réalisés dans la sélection des animaux. Ils sont même très souvent non répertoriés. Les quelques études conduites sur les temps réalisés (DUSEK, 1965) montrent cependant une forte liaison avec le niveau de la course. Plus elle est importante, plus elle se court vite. En revanche (LANGLOIS, 1975, 1978), l'héritabilité de ce critère est faible ($h^2 < 0.10$). Il n'apparaît donc pas étonnant qu'une sélection indirecte sur un caractère peu héritable s'avère peu ou pas efficace. Tout dépend en fait de la corrélation génétique entre les critères sur lesquels on sélectionne et les chronométrages et elle n'a pour l'instant guère été étudiée.

Signalons toutefois que l'étude de la population espagnole (M.D. CHICO et LANGLOIS, 1990) montre que la vitesse en course n'est pas la bonne façon d'appréhender les performances des pur sang, sa répétabilité et son héritabilité étant quasiment nulles. En revanche, les critères découlant du classement dans la course, ou le gain (décroissance relative constante en fonction du classement) ou la vitesse en corrigeant pour l'effet course (écart vitesse intra course) ont une héritabilité très probablement supérieure à 0.10, une répétabilité proche de 0.25 et une corrélation génétique entre eux égale à l'unité. Ces différents critères expriment donc la même chose et reviennent à traduire de manière différente une seule et même réalité qui est le classement des chevaux dans la course qui apparaît donc comme le critère essentiel d'évaluation des performances des pur sang. Cela justifie pleinement les approches méthodologiques proposées par A.TAVERNIER (1989) pour l'analyse de ce critère. Signalons aussi qu'avec cinq courses de moyenne, le coefficient de détermination ($R^2 = nh^2 / [1 + (n-1)r]$), du contrôle de performance atteint 0.25 avec une héritabilité de 0.10 et une répétabilité proche de 0.25 ce qui paraît largement justifier une approche génétique classique.

En conclusion, il nous apparaît en l'état actuel des résultats que les performances en course des pur sang sont moyennement héritables, qu'elles s'expriment par des victoires et des classements en course qui sont indépendants des temps réalisés. Dans cette perspective, il n'est pas étonnant que malgré la sélection, les temps réalisés n'évoluent que très peu puisqu'en fait personne ne cherche à les faire progresser. Cela n'exclut pas un progrès bien réel des populations de pur sang conforme aux valeurs de l'héritabilité et aux intensités de sélection pratiquées.

Nous répondrons donc oui à la question posée en préambule, la sélection sur performances demeure efficace chez le pur sang mais elle ne s'exerce plus sur le potentiel de vitesse pure, elle porte sans doute maintenant sur des caractéristiques physiologiques et psychiques liées à l'effort en course. Ce dernier peut être défini comme le passage brutal d'une vitesse submaximale à une vitesse maximale pendant un court moment. Ce passage est sollicité par les attaques des autres chevaux. Il est commandé par le psychisme du cheval et correspond à une mobilisation du métabolisme musculaire anaérobie. Le nombre d'efforts qu'un cheval peut fournir en course est limité et dépend de sa résistance et de sa combativité.

La race pure, mythe ou réalité ?

Les règlements internationaux d'inscription des chevaux à titre initial au Stud-Book exigent 8 générations de croisements successifs avec des pur sang, soit au moins l'équivalent de 128 quartiers de noblesse, c'est beaucoup!... (pas plus de 4/1000 de sang autre...). L'introduction de gènes étrangers à la population est donc officiellement extrêmement limitée. La garantie de cette fermeture est de plus assurée par un contrôle systématique de filiation fait par des analyses sanguines qui permet d'éviter, depuis qu'il est en place, d'éventuelles introductions "frauduleuses".

Le pedigree des chevaux peut aussi être couramment fourni sur cinq générations, ce qui donne lieu à maintes dissertations.

Quel peut être l'avis de généticiens sur cette question?

La gestion de l'identification utilisant les marqueurs sanguins donne une grande fiabilité à l'information que l'on peut tirer de la parenté. Toutefois, l'intérêt de ces informations diminue vite avec l'éloignement généalogique. Un produit et un de ses parents ont la moitié de leurs gènes en commun. Un cheval et ses grand parents en ont statistiquement 1/4, 1/8 pour trois maillons de parenté et $(1/2)^n$ pour n maillons; ce qui tend effectivement vers zéro pour n = 8. Mais en pratique, sachant que seul le phénotype est accessible, il faut introduire dans la corrélation entre apparentés le coefficient d'héritabilité des caractères sélectionnés. Cela fait tendre vers zéro deux fois plus vite pour une héritabilité de 0.50 et trois fois plus vite pour une héritabilité de 0.33. Dans toutes les situations courantes, un pedigree sur trois générations apparaît dès lors très amplement suffisant.

L'avantage de la connaissance des pedigree est qu'il permet de maîtriser la consanguinité dans le choix des croisements. Signalons dans cette perspective le travail de MAHON et CUNNINGHAM (1982), celui de D. GALIZZI-VECCHIOTTI (1977), sur la consanguinité chez le Pur Sang. L'étude des pedigree sur cinq générations révèle un très faible taux de consanguinité des chevaux de pur sang généralement inférieur à 5%. Toutefois, l'analyse des marqueurs sanguins révèle une bien plus grande homogénéité dans cette race que dans les autres (GUERIN et MERIAUX, 1986). Serait-ce dû à un effet "fondateurs"? MAHON et CUNNINGHAM (1982) se sont intéressés à remonter les pedigree de quelques poulinières jusqu'aux "Royal mares" et à calculer ainsi par une technique d'échantillonnage les coefficients de consanguinité. Ils trouvent des valeurs entre 5 et 20%, ce qui semble indiquer que la connaissance du pedigree sur cinq générations qui donnait toujours des valeurs très faibles, n'était pas suffisante pour rendre compte de la situation réelle. Ce phénomène décrit également dans le Standardbred américain (COTHRAN et al. 1984) rend compte de certains goulets d'étranglement que la population a connus dans son passé et qui fait que l'arbre généalogique des chevaux s'épanouit dans un premier temps en remontant les générations mais qu'il se resserre ensuite, les ancêtres éloignés se révélant être toujours les mêmes. En faisant abstraction des mutations qui ont pu intervenir au cours de ces nombreuses générations, cela peut conduire à des situations réelles de consanguinité très différentes selon les accouplements. Il paraît toutefois très difficile de maîtriser ce problème car il faut pour cela disposer de fichiers

généalogiques fiables remontant jusqu'aux origines et qu'il faut ensuite pouvoir les traiter et donc disposer pour cela d'une imposante puissance de calculs.

En conclusion, l'emphase faite autour de la pureté de la race ne paraît pas nécessaire au généticien surtout dans une structure où l'on sélectionne sur performances dans les deux sexes. Elle prive la population d'apports exogènes de qualité et aurait tendance à diminuer la variabilité génétique disponible par le maintien d'une certaine consanguinité diffuse et non maîtrisable sauf à disposer des fichiers et moyens nécessaires.

Inbreeding et outbreeding.

La recherche ou à l'opposé l'évitement de la consanguinité, est aussi un thème habituel des conversations sur la génétique du pur sang. Un langage propre à cet élevage, "Inbred 3-4 sur Tartempion" a d'ailleurs été mis en usage. On peut considérer qu'il correspond à la réalité du calcul d'un coefficient de consanguinité qui est la probabilité conditionnée par le pedigree pour que chez un individu deux gènes allèles proviennent par copie du même gène ancêtre.

Lorsque l'on parle de ce sujet en élevage pur sang on évoque en général une consanguinité assez éloignée qui n'induit qu'une faible probabilité de fixer les gènes du ou des ancêtres impliqués. Signalons également que par ce procédé, les gènes sont fixés de façon aléatoire que leurs effets soient favorables ou défavorables. Indépendamment de la dépression de consanguinité, due à la perte de variabilité génétique à chaque locus, cette pratique suppose aussi beaucoup d'échecs dans les buts qu'elle se donne, à savoir concentrer chez un individu le plus possible des gènes favorables d'ancêtres illustres.

On peut donc dire qu'aux taux où elle est habituellement pratiquée, la consanguinité ne permet pas de fixer beaucoup et qu'à des taux plus forts qui furent jadis pratiqués, elle fixe de façon aléatoire avec trop d'échecs pour pouvoir être conseillée dans une espèce à long intervalle de génération où le coût de chaque animal est élevé. La seule recommandation que l'on puisse faire est donc celle de l'évitement de cette pratique qui fascine pourtant toujours l'inconscient des éleveurs.

Du rôle respectif de l'étalon et de la poulinière.

C'est dans l'élevage de pur sang qu'est apparue pour la première fois la notion de "père de mère" laissant supposer que ce ne sont pas forcément les mêmes étalons qui produisent les bons chevaux et les bonnes poulinières. Cette distinction est-elle fondée et d'où vient l'importance accordée à l'origine maternelle dans cet élevage? Croyance mystique liée au judaïsme? manque de confiance sur les origines paternelles? effets liés à l'aptitude plus ou moins grande des poulinières à faire naître et élever un bon poulain au simple sens de sa croissance et de sa santé? effets élevage confondus avec celui de la mère? phénomènes d'hérédité cytoplasmique, c'est-à-dire d'une information génétique qui ne transiterait que par les mères? Cela peut aussi résulter d'une technique de choix. En effet sachant que les étalons sont bien sélectionnés, on suppose qu'il ne reste de ce côté qu'une faible variabilité génétique. Cette variabilité est en revanche supposée bien plus élevée du côté maternel puisque l'intensité de sélection est bien moindre, une meilleure attention au côté maternel s'en trouve alors recommandée.

Quelle peut être la position des scientifiques sur ce sujet à l'heure actuelle? La première question qui se pose à eux est :

Peut-on réellement mettre en évidence dans cet élevage une différence entre les voies paternelle et maternelle de la transmission héréditaire ?

La seconde question sera, si différence il y a, quelles sont les hypothèses les plus simples qui permettent d'en rendre compte ?

Dans le premier cas, la réponse est positive. Il existe (LANGLOIS et M.D. CHICO, 1989) une nette dissymétrie entre les deux voies de transmission parentale en faveur de la voie maternelle.

Pour la seconde question, il est plus difficile de conclure. Si comme les Allemands semblent le supposer, les effets de milieu les plus importants passent par l'entraîneur, on peut noter qu'ils recherchent les produits de mêmes origines et attachent une grande importance aux lignées basses. Ces effets de milieu vont donc suivre les effets génétiques, cela d'autant plus du côté maternel qu'il sera attribué d'importance aux origines maternelles. Il ne serait pas exclu que de cette façon la "croyance s'autoconfirme". Le problème de l'origine de cette croyance reste néanmoins posé et doit trouver son fondement dans des phénomènes bien réels. A notre avis, il s'agit d'effets "maternels élevage" comme ils ont été définis par A.TAVERNIER (1987) c'est-à-dire de la confusion entre un effet élevage toujours lié à celui de la poulinière et de celui de l'aptitude maternelle qui rend un jument plus ou moins aptes à porter, allaiter et élever son poulain, cela indépendamment de son potentiel génétique pour la course.

En effet, sur les 48 mois de croissance d'un poulain de pur sang, le premier tiers, le plus décisif, c'est-à-dire la gestation et l'allaitement, se trouve entièrement sous la dépendance maternelle. Il a donc une forte influence sur le développement final du poulain. De ce fait, la mère n'apporte pas seulement les gènes mais une partie d'effets de milieu propre à l'environnement maternel qu'elle fournit. Sachant que ces caractères sont eux-mêmes héréditaires, ils justifient la notion de "père de mère" et peuvent expliquer la dissymétrie apparente des voies paternelle et maternelle de l'hérédité.

Des phénomènes plus fins comme l'hérédité cytoplasmique ou bien l'empreinte génomique qui veut que les allèles provenant soit du père soit de la mère sont seuls exprimés dans le développement embryonnaire précoce de tel ou tel tissu sont partiellement pris en compte dans la modélisation de l'effet maternel. L'intégration de tels phénomènes dans des modèles plus fins ouvre des perspectives de recherches intéressantes, mais à l'heure actuelle, aucune évidence de leur importance n'a encore été apportée.

III. LES PERSPECTIVES

L'économie de la production des pur sang est dominée par la spéculation sur les reproducteurs et dépend dans une bien moindre mesure des prélèvements sur les paris qui alimentent les dotations de courses. Elle repose donc sur le postulat de l'importance de l'hérédité. Les valeurs génétiques étant par ailleurs difficiles à établir clairement, cela conduit à une sorte de jeu de poker de grande envergure qui entraîne lui-même un refus de transparence. Il faut toutefois considérer l'aspect national *versus* international de cette économie et ne pas négliger certains aspects purement techniques qui pourraient à l'avenir conduire à de désastreux retours de flamme. La paupérisation génétique de la population nationale est un problème souvent évoqué. Qu'en est-il exactement? Nul ne le sait. Indépendamment des opérateurs économiques habituels, des instances nationales devraient s'en préoccuper de façon à ne pas tarir un bon flux d'exportations qui est un des plus florissants des filières chevalines.

Il nous paraît donc important dans un premier temps d'améliorer considérablement les critères de performances utilisables. Les nombreuses publications statistiques sur les gains bruts nous paraissent tout à fait dépassées et méritent d'être améliorées. Les techniques pour le faire sont disponibles depuis longtemps et largement utilisées dans le domaine des chevaux de sport et sont maintenant aussi mises en oeuvre dans celui des trotteurs. Ce stade pourra lui-même être encore amélioré par l'usage non plus des gains mais par celui des seuls classements selon la méthodologie mise au point par A. TAVERNIER (1989).

Dans un second temps, il faut établir de façon exacte le degré d'hérédité des performances réalisées en course par les pur sang. C'est un sujet de polémique dans les milieux scientifiques qui doit être définitivement tranché. Il y va en effet de la crédibilité des pratiques économiques actuelles. Pourquoi en effet payer plus cher telle ou telle origine ou tel ou tel "performer" si la performance n'est pas héréditaire? Ce serait un non-sens. Je pense pour ma part que ce problème est en grande partie déjà résolu. Selon les Allemands (PREISINGER et al.1990) (SCHULZE-SCHLEPPINGHOFF et al. 1987) il semble que la majeure partie des effets de milieu difficiles à contrôler passent par l'entraîneur. La prise en compte de l'effet entraîneur dans leurs analyses diminue en effet considérablement les valeurs d'hérédité. Il faut cependant souligner que dans ces analyses, on

suppose une indépendance des effets génétiques avec celui de l'entraîneur. C'est-à-dire qu'aux fluctuations statistiques près, le niveau génétique des lots chez chaque entraîneur est supposé le même. Cela ne me paraît pas fondé. De ce fait, leurs analyses me semblent devoir fournir la valeur basse de la fourchette dans laquelle se situe réellement l'héritabilité et pour le gain annuel elle se situe pour l'instant autour de 0.10.

Des valeurs sans correction pour l'effet entraîneur comme nous les avons obtenues sont pour la même variable de l'ordre de 0.25 et constituent probablement la fourchette haute. Il ne reste donc plus qu'à préciser cette approche pour conclure définitivement sur cette question.

Dans un troisième temps, la connaissance de l'héritabilité permet de procéder à l'évaluation génétique des chevaux. Le BLUP en modèle animal selon A.TAVERNIER (1987) nous paraît particulièrement bien adapté car il tient compte d'un effet maternel et d'un effet de milieu commun aux différentes performances d'un même cheval qui inclut donc l'effet entraîneur. Par ailleurs, utilisant pour évaluer un cheval ses performances et celles de l'ensemble de sa parenté, il corrige aussi pour la qualité des conjointes dont a bénéficié chaque reproducteur. Indépendamment de l'évaluation des animaux, cette procédure permettra aussi de faire le bilan de l'évolution génétique de notre population au cours des dernières décennies.

Il restera à préciser les facteurs du succès en course qui sont sélectionnés. Dans cette perspective, l'étude de l'aptitude à la distance devra sans doute être approfondie. En effet, l'apparition dans l'élevage de souches plus spécialisées de sprinter, de miler ou à l'opposé de stayer, se différenciant de l'objectif principal qui est la production d'un cheval classique, est aussi une façon de réintroduire une logique de croisement dans celle de la sélection qui ne vise qu'à éliminer, avec la plus grande précision possible, un grand nombre de mâles et femelles de la reproduction pour ne retenir que les meilleurs, pour procréer la génération suivante. La façon d'accoupler au hasard ou de façon très réfléchie a peu d'incidence sur le niveau moyen de la génération à venir, elle est en revanche au centre des préoccupations individuelles de l'éleveur. Pour lui fournir un conseil dans ce sens, il y aura donc lieu d'examiner beaucoup plus finement les différents caractères intervenant dans la réussite en course. Ce que nous pouvons toutefois dire c'est qu'il ne se trouve pas de recette miracle dans l'analyse du seul pedigree pour utilement documenter cette question. Les divers systèmes de croisement proposés jusqu'à maintenant n'ont aucun fondement biologique et n'ont nullement prouvé, quoi qu'en disent leurs protagonistes, leur efficacité.

CONCLUSION

De l'examen de l'ensemble de ces problèmes il ressort qu'il est possible d'améliorer grandement la gestion génétique de la population française de pur sang par l'utilisation de méthodes sur laquelle notre recherche se trouve en avant garde et est susceptible de fournir le meilleur niveau de technicité. Malheureusement, un élevage frileux, complexé par les Etats-Unis, ne semble pas en mesure de prendre le relais de telles propositions. Elles devraient pourtant fournir de remarquables arguments commerciaux aux éleveurs. Ils pourraient, eux seuls, jouer carte sur table et faire valoir la très haute intégration et sophistication technique de leur production par rapport à celle des autres pays. Mais il faudrait pour cela qu'ils soient sans doute un peu plus musclés qu'ils ne le sont. Devant cette carence, deux solutions :

- l'état par l'intermédiaire du Service des Haras joue son rôle de coordinateur et s'attache à mettre en place ces outils d'évaluation comme il l'a fait pour les chevaux de sport et les trotteurs.
- ou bien, pour respecter l'esprit de libre entreprise qui anime cet élevage, il nous faudra créer une filiale INRA pour développer ces produits. Je ne crois pas qu'il faille en venir là et souhaite que la première solution soit mise en oeuvre rapidement.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BLOMAC** (de) N., 1988. L'introduction en France du concept de cheval de sang = cheval d'élite. XVIII–XIXèmes siècles.
In des chevaux et des hommes. Ed. Caracole, Lausanne, p.49.
- BUFFON**, 1753. Histoire naturelle t.IV, p.204, cité d'après MULLIEZ.
- CHICO M.D., ALENDA R., ALONSO A., JURADO J.J.**, 1989. Thoroughbred breeding in Spain. Genetic evaluation and genetic trends using an animal model. Fed. Europ. Zootech. (Comm. Chev.) 40ème Congrès, Dublin, Irlande.
- CHICO M.D., LANGLOIS B.**, 1990. Estimation des composantes de la variance des résultats en course des pur sang en Espagne.
Fed. Europ. Zootech. (Comm. Chev.), 41ème Congrès, Toulouse, France.
- COTHRAN E.G., MAC CLUER J.W., WEITKAMP L.R., PFENNIG D.W., BOYCE A.J.**, 1984. Inbreeding and reproductive performance in Standard bred horses. J. Heredity 75: 220.
- DUSEK J.**, 1965. Estimation des vitesses atteintes par les pur sang dans les courses plates d'après les temps recueillis sur l'hippodrome de Chuchle. Véd. Pr.V.S.Ch.K., 143–160
- GAFFNEY B., CUNNINGHAM E.P.**, 1988. Estimation of genetic trend in racing performance of thoroughbred horses. Nature, 332, 722.
- GALIZZI-VECCHIOTTI G.**, 1977. Consanguinité et performances chez les pur sang : étude sur les étalons employés en Italie en 1971 et 1972. Rivista di Zootecnia e Veterinaria (5), 560–566.
- GUERIN G., MERIAUX J.C.**, 1986. La distribution des marqueurs sanguins dans les races équines. Analyse sur échantillons Pur Sang, Trotteur Français et Selle Français. C.E.R.E.O.P.A., 12ème Journ. étud. (Paris), 2–13.
- HILL W.G.**, 1988. Why aren't horses faster ? Nature, 332, 678.
- JAMES J.W.**, 1990. Selection limits in thoroughbred Horses. Proc. 4th World Congress on Genetics applied to livestock production, Edinburgh 23–27 July. Vol. XVI, 221–224.
- LANGLOIS B.**, 1975. Analyse statistique et génétique des gains des pur sang anglais de trois ans dans les courses plates françaises. Ann. Génét. Sél. anim., 7, 387–408.
- LANGLOIS B.**, 1978. Aspects spécifiques de l'amélioration génétique des chevaux de pur sang. Fed. Europ. Zootech. (Comm. Chev.), 29ème Congrès, Stockholm, Suède.
- LANGLOIS B.**, 1981. Proposition d'extension du modèle génétique additif classique à des situations non panmictiques. Ann. Génét. Sél. anim., 13, 151–164.
- LANGLOIS B., CHICO M.D.**, 1989. Etudes françaises sur l'estimation de la valeur génétique des chevaux de pur sang.
Fed. Europ. Zootech. (Comm. Chev.) 40ème Congrès, DUBLIN, Irlande.
- LIZET B.**, 1988. La liaison dangereuse. Enjeux sociaux du clivage entre les chevaux de selle et les chevaux de trait.
In des chevaux et des hommes. Ed. Caracole, Lausanne, p.131.
- MAHON G.A.T., CUNNINGHAM E.P.**, 1982. Inbreeding and the inheritance of fertility in the thorough bred mare. Livest. Prod. Sci., 9, 743–754.
- MULLIEZ J.**, 1983. Les chevaux du royaume. Ed. Montalla, 385p.

PREISINGER R., WILKENS J., KALM E., 1990. Breeding values and estimation of genetic trends in german thoroughbred horses. Proc. 4th, World Congress on Genetics applied to Livestock Production, Edinburgh 23-27 July. Vol. XVI, 217-220.

SCHULZE-SCHLEPPINGHOFF W., KALM E., BORMANN P., 1985. Analyse der Rennleistung bei Vollblutpferden in der Bundesrepublik Deutschland. Fed. Europ.Zootech. (comm. Chev.) 36ème congrès, Kallithea, Grèce.

TAVERNIER A., 1987. Application of the animal model methodology to horse genetic evaluation. Féd. Europ. Zootech. (Comm. Chev.), 38ème Congrès, Lisbonne, Portugal.

TAVERNIER A., 1989. Estimation of breeding value of horses from their raks in races or competitions. Fed. Europ. Zootech. (Comm. Chev.), 40ème Congrès Dublin, Irlande.