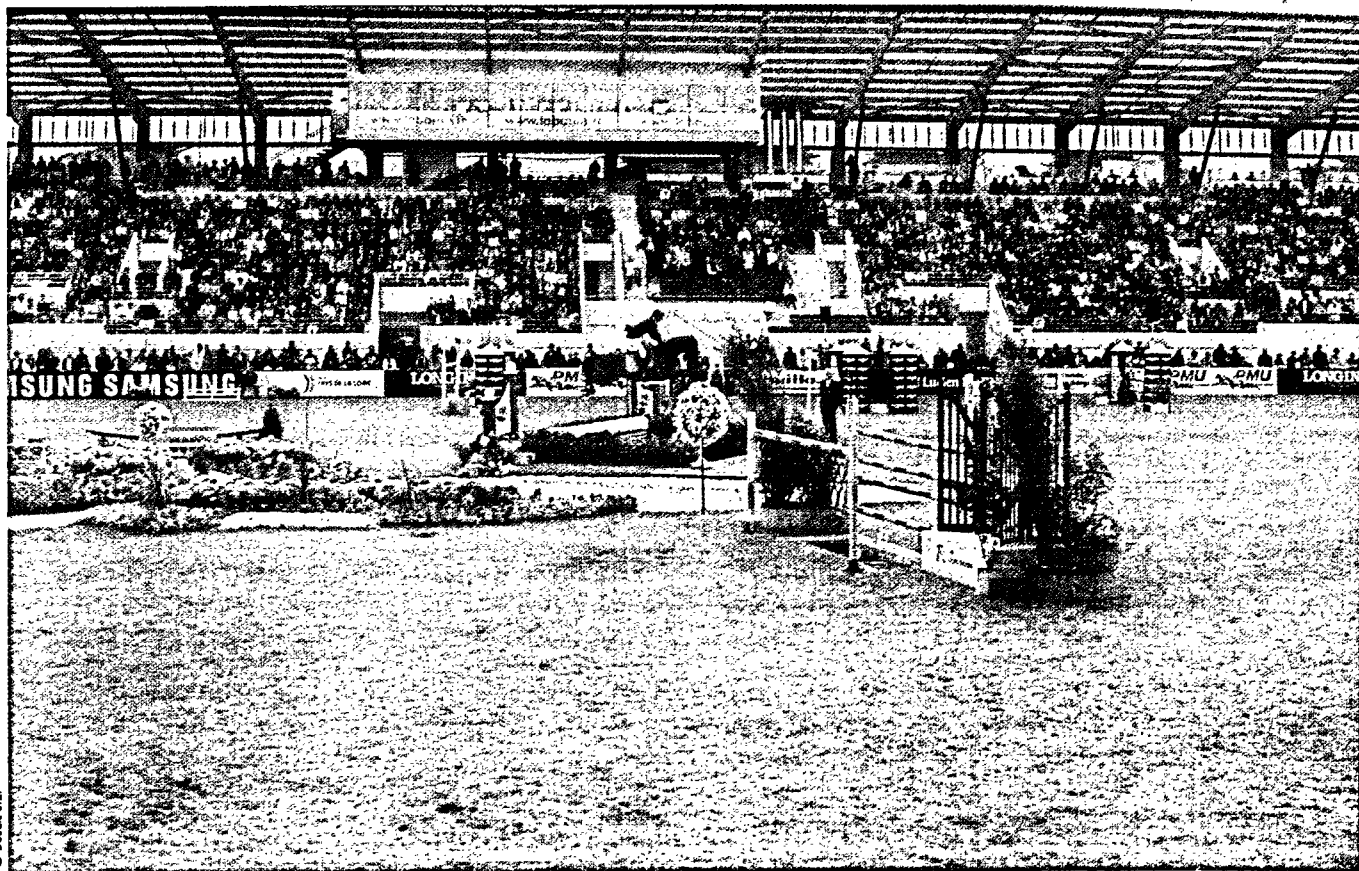


MODÉLISATION DES PROGRAMMES DE SÉLECTION dans l'élevage du cheval de sport français

Aujourd'hui lorsque l'on étudie les accouplements réalisés pour produire en Selle français, on constate que les selles étrangers rencontrent un très vif succès. En effet, une forte concurrence entre stud-books existe et, pour certains éleveurs, les chevaux étrangers offrent des atouts (look, allures...) que n'ont pas les étalons Selle français. Pour lutter contre la concurrence des stud-books étrangers, l'ANSF (Association nationale du selle français) a pour objectif d'inclure de nouveaux critères dans le schéma de sélection et pourquoi pas de le modifier profondément en le faisant reposer sur un testage en station comme aux Pays-Bas et en Allemagne. L'INRA (Institut national pour la recherche agronomique) et les Haras nationaux ont donc financé une thèse sur la modélisation d'un schéma de sélection, afin d'appuyer leur réflexion avec des éléments scientifiques et objectifs. L'objectif était de proposer un schéma de sélection qui répond à un objectif multi-caractère pour le Selle français accompagné d'un système de sélection optimum (station et/ou compétition).



© Bougie J.E.

Pour ce faire, différentes étapes furent nécessaires :

- dresser un état des lieux de la sélection du Selle français sur les 30 dernières années ;
- réaliser une étude généalogique pour mesurer la diversité génétique ;
- modéliser les différentes stratégies de sélection.

Pour la modélisation, un logiciel spécifique a été créé. Il semble raisonnable de faire un schéma qui garde l'aptitude au CSO comme objectif principal. Étant donné qu'en France, 30% des chevaux sont testés en concours de modèle et allures à 3 ans, introduire ce caractère (M&A) semble judicieux. Pour les autres critères, nous disposons aujourd'hui d'une moins bonne connaissance des paramètres génétiques.

Mais, comportement, statut ostéo-articulaire ou fertilité mâle dans des conditions de congélation sont des critères d'intérêt. Leur ressemblance tient au fait qu'ils sont difficiles à mesurer sur une large population. Nous considérerons donc un troisième caractère (TC) ayant ce profil et qui peut être l'un d'entre eux.

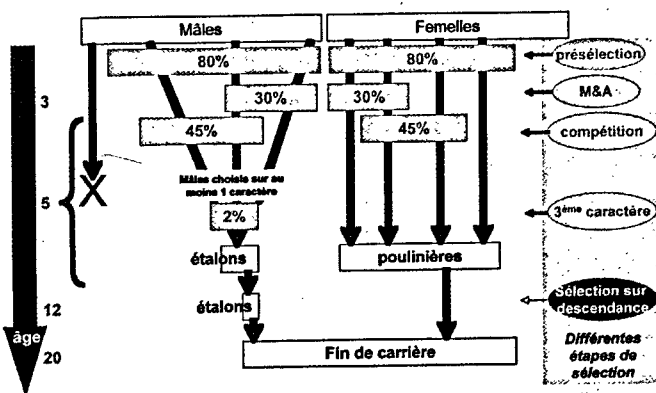
L'objectif de sélection étudié H comporte donc 3 caractères pondérés de la façon suivante : $H=0,6CSO+0,2M\&A+0,2TC$

Les paramètres démographiques retenus sont une population constante de 10 000 naissances par an, une fertilité des femelles de 63%, 30 descendants produits par mâle et par an. Un taux de survie propre à chaque âge est introduit.

SCHEMA 1 : LE SCHEMA DE REFERENCE

Il a pour objectif de s'appuyer sur le système de sélection français du cheval de sport. Il est donc basé sur les éléments suivants :

- les chevaux sortis en compétition et modèle et allures font partie des 80% meilleurs de la population,
- 30% des chevaux nés passent un test de modèle et allures à 3 ans,
- 45% des chevaux nés sortent en compétition à 5 ans,
- seuls les mâles ayant passé au moins un test pourront prétendre à devenir étalons : les 2% meilleurs seront sélectionnés et testés sur un troisième caractère (100 candidats) ; ces étalons subissent ensuite une sélection sur descendance à partir de 12 ans ;
- les femelles peuvent toutes devenir reproductrices quel que soit leur profil (non testées, testées en modèle et allures, testées en compétition de saut d'obstacles ou les 2).



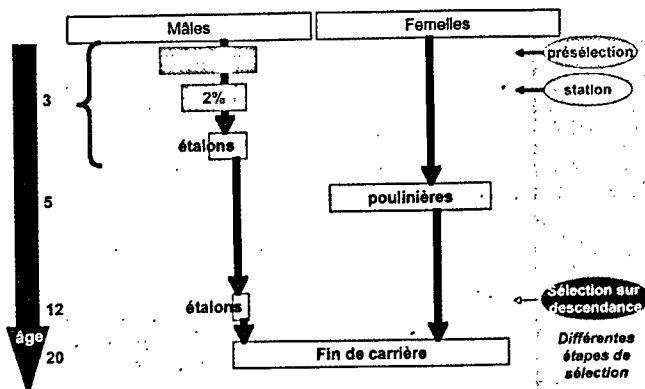
► Les stratégies de sélection comparées sont les suivantes : un schéma de référence s'appuyant sur le système de sélection français du cheval de sport (schéma 1) et deux schémas avec une station de testage. Sélectionner avec une station de testage revient en fait à évaluer les étalons par des mesures indirectes pour apprécier l'aptitude à l'obstacle (saut en liberté), le modèle et allures dans des conditions de station. La capacité de testage en station est fixée à 100 chevaux (soit 2% de la population mâle née).

Deux hypothèses ont été étudiées :

- la station comme seul moyen de sélection (schéma 2) et
- un schéma de sélection combiné : station, tests de performances en compétition et de modèle et allures sur le terrain (schéma 3).

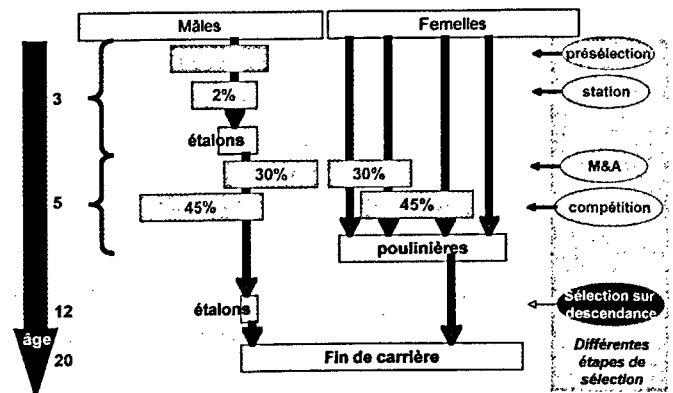
SCHEMA 2 : STATION COMME SEUL MOYEN DE SELECTION

La première modélisation avec un test en station est effectuée en considérant que les étalons qui entrent en testage à 3 ans sont présélectionnés pour l'aptitude à l'obstacle à partir d'un indice génétique calculé sur les résultats des tests en station des apparentés. Le testage est réalisé cette même année et les étalons sélectionnés sont mis à la reproduction à 4 ans. Le test sur descendance à 12 ans est conservé et les femelles sont toujours sélectionnées.



SCHEMA 3 : SCHEMA DE SELECTION COMBINE : STATION, TESTS DE PERFORMANCES EN COMPETITION ET DE MODELE ET ALLURES SUR LE TERRAIN

Même si le testage en station reste l'étape de sélection, le testage ultérieur en modèle et allures et en compétition des autres chevaux est informatif. Les étalons qui entrent en station sont aussi présélectionnés sur les résultats en compétition et en test de terrain de leurs apparentés. Le test sur descendance à 12 ans est conservé et les femelles sont toujours sélectionnées.



Les principales conclusions de ces travaux sont présentées ci-dessous.

SELECTION

Des acquis

Une sélection des femelles effective

L'état des lieux met en avant une bonne sélection des femelles. En effet, malgré l'absence de toute politique coercitive, la sélection est bien réelle puisque équivalente au fait de garder les 66% meilleures juments alors que, dans les faits, 54% des juments nées deviennent poulinières. La différence entre le taux de sélection réel et celui observé est faible. De plus, pour les poulinières nées après 1988, la précision de la sélection est bonne car 47% des juments sont testés sur performance.

Dans la modélisation du schéma de sélection, une sélection stricte des femelles contribuait à 26% du progrès génétique, c'est donc une voie non négligeable qu'il faut encourager.

L'existence des primes PACE (prime d'aptitude à la compétition équestre, distribuée depuis 1980) peut expliquer en partie ce résultat. Ces primes sont attribuées tous les ans aux poulinières titulaires de bonnes performances ou dont la famille maternelle a de bonnes performances en compétition.

L'ANSF est consciente de l'intérêt de la sélection des femelles. Elle a mis en place un programme d'élevage dans lequel cet aspect est développé. Si l'inscription au stud-book Selle français ne dépend pas de cette adhésion au programme d'élevage (payante), aujourd'hui, seules les juments inscrites peuvent toucher la PACE. De plus, cette adhésion permet d'obtenir une qualification de sa jument en fonction de ses performances d'une part, de ses notes aux concours de modèle et d'allures régionaux d'autre part. Ce système met en valeur les meilleures juments tant sur les critères de performances que de modèle et d'allures mais on peut regretter que ce système de qualification n'aboutisse, pour l'instant, à aucun recueil de mesures permettant une indexation. En effet, les concours de modèle et allures ne font l'objet d'aucune étude génétique. Enfin, nous noterons que la sélection des juments repose principalement sur l'incitation financière (prime PACE), sur la publicité (qualification), mais pas sur des mesures coercitives (refus d'inscription au stud-book).

Des éleveurs choisissant les meilleurs étalons

L'état des lieux sur la sélection met en avant une différence majeure entre l'intensité de sélection calculée en première intention, c'est-à-dire sur la valeur génétique des étalons conservés pour la reproduction, et l'intensité de sélection estimée en prenant en compte l'utilisation respective des étalons après leur sélection. Cette différence est observée aussi bien au niveau de la sélection sur performances propres en compétition et ascendance qu'au niveau de la sélection sur descendance.

Cette étude a donc permis de mettre en évidence un choix préférentiel des éleveurs de Selle français pour les meilleurs étalons. En conclusion, la sélection des Selle français se fait grâce à l'implication d'éleveurs performants ce qui est un atout considérable. C'est aussi la réussite de la diffusion annuelle et généralisée d'indices génétiques officiels, indicateurs objectifs de la qualité de l'étalon, qui permet à l'éleveur de mettre à jour ses informations sur un étalon et d'orienter son choix régulièrement.

Des pistes d'amélioration simples à mettre en œuvre

Poursuivre la sélection sur performance propre en compétition

Un des enjeux majeurs de cette thèse était de mener une réflexion sur la pertinence du testage en station des étalons pour l'amélioration du schéma de sélection du Selle français.

Jusqu'à aujourd'hui, la sélection repose sur le testage en compétition d'un grand nombre de chevaux, puis du choix parmi eux des meilleurs étalons. C'est donc un choix principalement sur performance propre et ascendance, puis sur descendance, à partir de résultats en situation réelle. Les étalons sont, dans ce cas, soumis à des effets de milieux très divers. Nous avons prouvé l'efficacité de cette sélection pour le CSO sur les 30 dernières années, même si elle n'est pas complètement optimum.

La sélection des étalons à partir d'un testage en station d'un petit nombre d'entre eux, mais dans des conditions très homogènes a montré qu'elle n'était efficace qu'à condition d'évaluer aussi les étalons par un indice génétique à partir des résultats des collatéraux en compétition et test de terrain (schéma 3). Dans ce cas, et dans ce cas seulement, les deux systèmes sont équivalents. Un système qui ne reposerait que sur les résultats des étalons en station serait nettement moins efficace (schéma 2).

La création de station de testage pour la sélection du Selle français ne permettrait pas d'intensifier le progrès génétique puisque son efficacité resterait tributaire des informations obtenues en vraie situation de compétition. Etant donné le coût qu'implique la construction d'une telle structure, nous conseillons à l'ANSF de conserver la structure actuelle de sélection après testage d'un grand nombre d'étalons en compétition et de n'ajouter des mesures complémentaires sur des caractères délicats à mesurer que sur un petit nombre d'animaux, après ce premier tri essentiel (schéma 1).

Instaurer une politique de gestion des étalons

Le choix des reproducteurs mâles représente 75% du progrès génétique. Les points clés sont les suivants :

- Instaurer une politique de réforme, c'est-à-dire un réel testage des étalons sur descendance. L'agrément ne doit être renouvelé que pour les étalons confirmés sur descendance, dont la valeur génétique demeure concurrentielle par rapport à la jeune

génération qui bénéficie du progrès génétique réalisé. Cette étape de sélection supplémentaire devrait se réaliser vers la fin de 12^{ème} année de l'étalon (quand sa première ou deuxième génération de produits sort en compétition). Cette étape n'est pas tant importante pour le surplus de progrès qu'apportent les étalons qui demeurent en activité, mais parce qu'elle retire de la reproduction les étalons trop âgés, dépassés par les jeunes générations.

- Agréer moins d'étalons. Dans notre modélisation, nous comptons 30 produits par étalon et par an alors que la moyenne actuelle est juste d'environ 11 produits par étalon et par an. Ce nombre est directement lié à l'intensité de sélection applicable, donc au progrès génétique. Il est donc conseillé à l'ANSF de pratiquer une sélection plus stricte des étalons. Passer de 11 à 30 produits, soit 18 à 48 saillies par étalon et par an ne comporte aucun risque pour la variabilité génétique et relève aussi d'un bon sens économique. Cela divise le nombre d'étalons en activité (actuellement 650) par 3. Bien évidemment, il ne faut pas tomber dans un excès inverse où un trop faible nombre d'étalons est sélectionné, conduisant ensuite à un nombre extrême de descendants par étalon. On peut estimer la limite physiologique de l'étalon au niveau de la semence produite à environ 300 descendants par an obtenus grâce à l'insémination artificielle. Dans ce cas, on pourrait alors avoir des craintes pour la variabilité génétique.

- Valoriser les jeunes étalons « performeurs ». C'est un concept clé de la sélection. En effet, du simple fait du progrès génétique, les plus jeunes étalons sont les meilleurs avant que l'étape de sélection sur descendance n'intervienne. Dans la modélisation, c'est d'ailleurs les jeunes étalons qui ont le plus de fils approuvés en effectif. Ces étalons doivent donc être promus pour être pleinement utilisés à la reproduction, ce qui n'est pas toujours le cas aujourd'hui. Cela ne veut pas dire cependant qu'il faille sélectionner trop jeune, c'est-à-dire avant les performances. De plus, pour réaliser un testage sur descendance efficace, il faut que les étalons aient le plus rapidement possible des fils qui sortent en compétition et donc qu'ils se reproduisent dès leur agrément.

Un objectif de sélection multicaractère, mais pas multidisciplinaire

Il ne nous a pas paru judicieux d'inclure un objectif multidisciplinaire : CSO et dressage ou CCE dans la modélisation du schéma de sélection.

D'une part, des pays comme l'Allemagne et les Pays-Bas, nations phares pour le CSO, comme pour le dressage, élèvent des chevaux de haut niveau mais ont en réalité deux rameaux de sélection distincts.

Et d'autre part, bien que l'ANSF ambitionne de faire du Selle français un cheval polyvalent, cela semble difficilement réalisable car le dressage est une discipline où le Selle français est peu présent : seuls 6% des naissances participent à ces compétitions. A 5 ans, l'âge de sélection des futurs étalons, seulement près de 230 Selle français participent aux compétitions jeunes chevaux de 5 ans. Avec ce faible nombre de chevaux, la création d'un rameau de Selle français spécialisé pour le dressage est peu envisageable.

Par ailleurs, nous avons montré que la sélection du Selle français pour le CSO n'entraînait pas de dégâts collatéraux sur les autres disciplines (stabilité du niveau génétique en dressage et légers progrès pour le CCE) donc nous conseillons à l'ANSF de poursuivre dans cette voie. ▶



© BOUCHE J.E.

► En revanche, allier production d'un cheval performant pour le CSO, mais agréable dans son modèle et ses allures est tout à fait possible. Dans les conditions actuelles de testage en compétition et concours de modèle et allures, un progrès génétique de 2.6% d'écart type génétique avec seulement un poids de 20% pour ce caractère est réalisable. Les seuls obstacles à la réalisation de ce progrès sont l'absence actuel de recueil précis des informations obtenues à partir de ce modèle et allures. La réalisation d'étude génétique permettrait de préciser héritabilité et corrélations génétiques et la création d'un indice génétique augmenterait notablement la précision de la sélection aujourd'hui basée uniquement sur la performance propre. Le choix d'un indice de synthèse pour la sélection clarifierait nettement le poids de chaque caractère et les objectifs réels du Selle français.

UNE GESTION SOUPLE DE LA VARIABILITÉ GÉNÉTIQUE

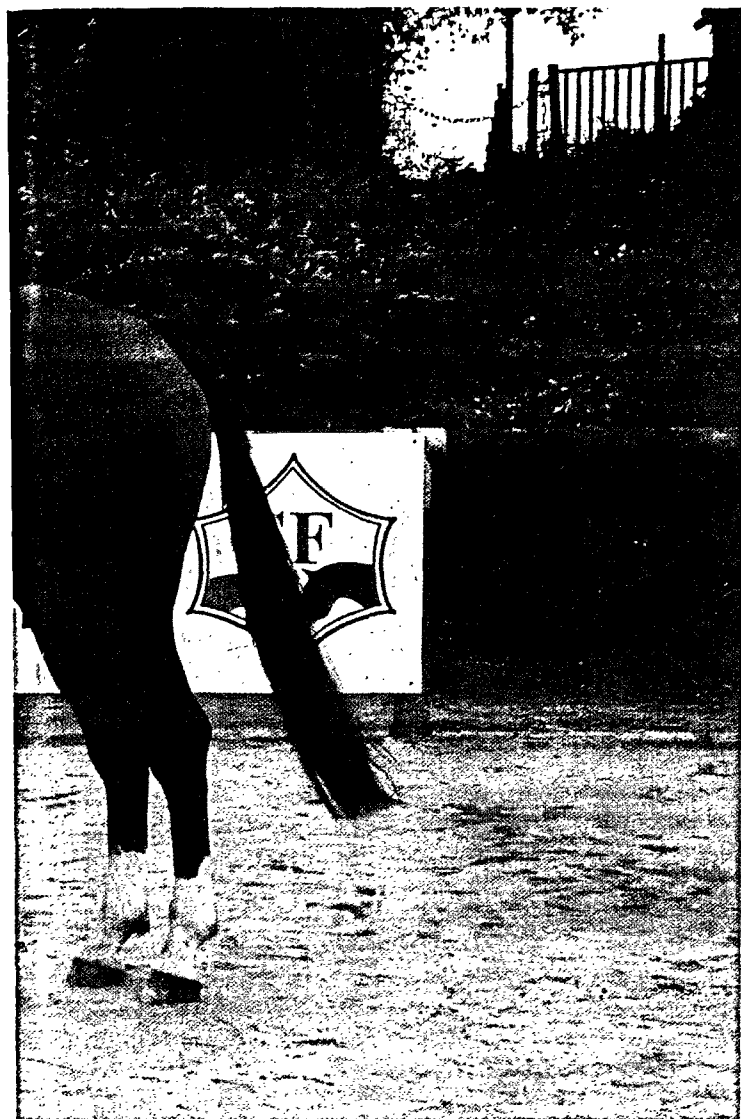
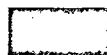
Les résultats de l'analyse de la variabilité génétique montre que le Selle français n'est pas dans une situation alarmante : 1.4% de consanguinité pour 7 générations connues en moyenne. Aujourd'hui 100% des Selle français sont consanguins.

Cependant, la consanguinité semble non recherchée. Lorsque l'on regarde les consanguinités individuelles des chevaux, moins de 2% des

naissances ont un taux supérieur à 1/16^{ème} (6.25%). De plus, l'augmentation de la consanguinité a freiné ces dernières années : +0.03% d'augmentation annuelle depuis 1998. La consanguinité est, en réalité, liée à des goulots d'étranglement généalogiques assez lointains dans les pedigrees. Ils apparaissent clairement avec l'étude des ancêtres importants du Selle français. En effet, 1/3 des gènes du Selle français d'aujourd'hui proviennent des seuls 8 premiers ancêtres majeurs.

L'évolution récente des accouplements montre une baisse des croisements avec le Pur sang (<2%) et un abandon total du Trotteur français et du Cheval de selle qui sont remplacés par les Selle étrangers dont la croissance est exponentielle (6% des naissances en 2002). Les Selle étrangers apportent en partie un retour d'origine Selle français ou Pur sang (pour le tiers). Le Selle français est constitué de 50% de Pur sang et de 33% de demi-sang, appellation ancienne du Selle français. Les 17% restant sont constitués à part quasi égale de Trotteur français, Arabe, Selle étranger, Anglo-arabe, et Origine inconnue. Cela veut dire que le Selle français a au moins 50% de gènes Pur sang car les demi-sang eux-mêmes devaient être en partie Pur sang.

Ce bon résultat n'a donc pas motivé une modélisation conjointe des choix de sélection et de la gestion généalogique de la variabilité génétique.



Nous préconisons une gestion souple de la variabilité génétique en offrant à l'ANSF des outils simples qui peuvent servir d'indicateurs dans ses choix de sélection :

- composition raciale,
- coefficient de consanguinité,
- pourcentage de sang en commun avec les 16 ancêtres majeurs,
- coefficient de parenté moyen avec les étalons en activité.

Ces indicateurs peuvent être utilisés comme un critère d'originalité génétique lors du choix des étalons candidats, mais aussi lors du choix d'accouplement pour l'éleveur. Ils furent d'ailleurs publiés dans le catalogue officiel des étalons de l'ANSF 2005 et 2006, mais aussi pour les candidats étalons en 2006 et pour les juments inscrites au programme d'élevage.

PERSPECTIVES

Apports des croisements avec les Selle étrangers

Les croisements faisant appel à des Selle étrangers connaissent depuis 1998 une croissance exponentielle. En effet, ils représentaient seulement 1% des pères de Selle français en 1998 et atteignent 25% en 2005.

Il serait intéressant de mesurer l'influence des Selle étrangers d'une part, sur le progrès génétique des Selle français et d'autre part, sur leur consanguinité. L'influence des Selle étrangers sur le progrès génétique du Selle français ne peut se mesurer qu'en présence de performances mesurées sur leur production ou sur eux-mêmes. En ce sens, la SHF (Société hippique française) a fait un progrès décisif en ouvrant le cycle classique des jeunes chevaux aux chevaux d'origines étrangères. En 2006, les Selle étrangers représentaient environ 5% des partants en compétition jeunes chevaux. Ainsi, le Selle français peut tester selon ses propres critères la qualité des étalons étrangers.

Pour la descendance, il faut attendre qu'un échantillon large des productions soit disponible et ne pas se limiter aux productions importées, mais bien aux produits d'étalons importés. Ce constat pourra être fait avec les données désormais disponibles. Concernant la variabilité génétique, un tiers des gènes apportés par les Selle étrangers était en réalité un retour aux origines Pur sang ou Selle français. Confirmer ce résultat serait opportun.

De plus, depuis 1998, date à laquelle l'introduction du Selle étranger a débuté, on avait constaté une diminution de l'accroissement du coefficient de consanguinité. Il s'agit de confirmer l'apport bénéfique des Selle étrangers dans le maintien de la variabilité génétique des Selle français.

Un programme de modélisation de la sélection des races chevalines

Le programme informatique permettant de modéliser le schéma de sélection pour le Selle français prend en compte les particularités des programmes de sélection des chevaux :

- modélisation directe des « vraies » contraintes dans la définition des groupes de sélection : nombre de chevaux testés dans les différentes structures de testage, présence des différents profils possibles ;
- modélisation rigoureuse des schémas de sélection avec des générations chevauchantes et l'inclusion des méthodes modernes d'évaluations génétiques basées sur tous les apparentés et toutes les performances ;
- modélisation de schémas avec un objectif de sélection multicausal.

Du fait de sa souplesse et de l'intégration des contraintes spécifiques de l'élevage du cheval, éloigné des plans de sélection très structurés des autres espèces, ce logiciel pourra être facilement utilisé pour d'autres races équine. ■

Clotilde DUBOIS

*Pour en savoir plus : consulter cette thèse à la médiathèque du cheval :
Modélisation des schémas de sélection pour le cheval de sport français.
Thèse présentée et soutenue publiquement par Clotilde DUBOIS,
le 6 décembre 2007.*

*Directeur de thèse Anne Ricard et Eduardo Manfredi.
Ecole doctorale ABIES, Agroparistech.
Année universitaire 2006-2007*