

## **L'importance des marqueurs sanguins dans le contrôle de l'origine et l'identification du cheval**

par Luba PODLIACHOUK et J.-P. DESORMEAU-BEDOT

Centre de Biologie et Pathologie Infectieuse des Equidés (1)  
et Département des sérums à GARCHES,  
Institut Pasteur, PARIS

---

Le système classique d'identification des chevaux repose sur la description de la phanéroptique de l'animal. Pour mieux garantir la filiation, le signalement du poulain a lieu avant le sevrage.

La transmission génétique des caractères morphologiques étant complexe, la méthode basée sur la ressemblance physique ne peut pas être considérée comme sûre. Les appréciations peuvent être subjectives et dépendent de l'expérience de l'arbitre.

Grâce au progrès de l'immunogénétique du cheval (3) (4), la connaissance des marqueurs sanguins permet d'utiliser les caractères simples déterminés génétiquement et transmis conformément aux lois de l'hérédité de Mendel : un produit ne peut avoir de caractères qui n'existent pas chez l'un de ses parents ou chez les deux. Ces caractères sont contrôlés par des gènes ayant certains rapports entre eux (allèles, sous-groupes, phéno-groupes).

Le groupe sanguin et sérique d'un individu est ainsi déterminé génétiquement et reste immuable durant toute sa vie.

La connaissance des systèmes de marqueurs sanguins permet l'identification de l'animal, ainsi que la recherche de filiation sur des bases génétiques.

---

(1) Subventionné par la Société d'Encouragement pour l'Amélioration des Races de chevaux en France (Directeur M. J. ROMANET).

Bull. Acad. Vét. — Tome XLVII (Février 1974). — Vigot Frères, Editeurs.

### I. — IDENTIFICATION DE L'INDIVIDU

La probabilité de trouver deux individus génétiquement identiques diminue avec l'augmentation du nombre de systèmes marqueurs utilisés.

Par exemple : Pour les facteurs érythrocytaires, le nombre de combinaisons phénotypiques possibles dépend du nombre de facteur examinés. Pour  $n$  facteurs, le nombre théorique de phénotypes est de  $2^n$  (2 puissance  $n$ ). Ainsi, pour 20 facteurs, il dépasse le million. En fait, le nombre de phénotypes observés est beaucoup plus faible que le nombre théorique.

### II. — RECHERCHE DE FILIATION

L'efficacité d'un système génétique dans le contrôle de filiation dépend du nombre d'allèles, de leur fréquence dans la population à laquelle appartient le cheval examiné et du rapport génotype-phénotype, c'est-à-dire de la possibilité de déterminer directement le génotype à partir du phénotype.

Cette dernière condition est réalisée dans les systèmes de protéines déterminés par une série d'allèles multiples co-dominants.

L'efficacité de la recherche d'exclusion de paternité s'accroît avec le nombre de systèmes utilisés et la variabilité qui existe dans ces systèmes pour une population déterminée. La répartition uniforme des fréquences des gènes d'un système accroît sensiblement son efficacité.

Dans l'étude des marqueurs sanguins, deux techniques sont utilisées :

- une, basée sur le principe de réaction antigène-anticorps, utilisée pour la recherche des facteurs érythrocytaires ;
- l'autre, basée sur l'électrophorèse, surtout en gel d'amidon, qui permet de révéler le polymorphisme biochimique des protéines.

Les chercheurs d'immunogénétique du cheval organisent tous les deux ans, sous les auspices de l'I.S.A.B.R. (Intern. Society Animal Blood Research), une étude comparative des résultats obtenus à l'aide de leurs réactifs pour les facteurs érythrocytaires et à l'aide des techniques d'électrophorèse.

Un chercheur désigné, responsable, envoie à tous un lot de sangs et fait ensuite la synthèse des résultats obtenus.

17 laboratoires ont participé à la dernière étude comparative (printemps 1973, Mr SCOTT, Angleterre) :

Tableau n° 1

*Cheval*  
*Test de comparaison 1973*

Réactifs (Facteurs érythrocytaires)	+	+	—
Polymorphisme biochimique	+	—	+
Nombre de Laboratoires	9	2	6

— 9 pour les facteurs érythrocytaires et le polymorphisme biochimique.

— 2 pour les facteurs érythrocytaires seuls.

— 6 pour le polymorphisme biochimique seulement.

Les résultats ont démontré qu'il n'y a actuellement que 16 réactifs présents dans plusieurs laboratoires (dont le nombre varie de 2 à 10).

Tableau n° 2

*Cheval*  
*Test de comparaison 1973*

16 réactifs						Nombre de laboratoires
A <sub>1</sub>	H	C	Q			10-9
K	E <sub>2</sub>	J <sub>2</sub>				7
D	E <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	U	A'	S11	5-4
P'	Y	E'				3-2

En plus, chaque laboratoire possède ses propres réactifs.

Les facteurs correspondant à tous ces réactifs sont désignés soit par des lettres majuscules, soit par le code du laboratoire (initiales du pays et de la ville) suivi d'un chiffre arabe.

Tous ces facteurs appartiennent à 7 systèmes génétiques au moins.

Tableau n° 3

*Centre de Biologie et Pathologie infectieuse des Equidés  
Institut Pasteur — Paris  
Groupes sanguins des Chevaux — Décembre 1973*

Systeme	A	C	D	K	P	Q	U	?
Facteurs	I A <sub>1</sub> F H	C	D E <sub>1</sub> E <sub>2</sub> E' B	K	P <sub>1</sub> P <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>	U	12
	A' 17		14 J <sub>1</sub> J <sub>2</sub> G Y		P' 9	10		18
								19

Le code de notre laboratoire est F/P (France/Paris).

Parmi les protéines présentant un polymorphisme biochimique (1) (2), les suivantes ont été étudiées chez le cheval : albumine (Alb) — préalbumine (Pa) — transferrine (Tf) — estérase (Es) — hémoglobine(Hb) — anhydrase carbonique (CA) — phosphatase acide (AP) — catalase (Cat) — glucose 6 phosphate déshydrogenase (6 PGD) — phosphoglucomutase (PGM) — phosphohexose isomerase (PHI).

Tableau n° 4

*Systèmes biochimiques  
Etudiés chez le Cheval*

Hb	hémoglobine	Cat	catalase
Pa	préalbumine	6 PGD	glucose 6 phosphate déshydrogenase
Tf	transferrine		
Es	estérase	PGM	phospho-glucomutase
CA	anhydrase carbonique	PHI	phosphohexose isomérase
AP	phosphatase acide		

Les plus couramment utilisés, chez le cheval, sont les systèmes des albumines, transferrines et estérases.

Nous avons la possibilité d'examiner à Garches (l'Annexe de l'Institut Pasteur), chaque année, un certain nombre de naissances de poulain. En 1973, nous avons eu huit naissances. La saillie des juments ayant eu lieu à Garches, ainsi la filiation de ces poulains nouveau-nés était quasiment sûre. Cependant, après avoir déterminé leur groupe sanguin, nous avons constaté dans 2 cas l'exclusion de paternité pour l'étalon indiqué comme père.

Tableau n° 5

Quatre cas de contrôle de filiation

		Facteurs érythrocytaires																		Systèmes biochimiques																		
		I	A <sub>1</sub>	F	H	A'	C	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E'	J <sub>1</sub>	J <sub>2</sub>	G	Y	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P'	Q <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	F/P: 8	9	10	12	14	17	18	19	Alb.	Es <sub>A</sub>	Es <sub>B</sub>	Tf	GPGD	PGM	PHI	AP	Cat (*)		
Cas n° 1	♀ 392			F	H	A'				E'									U <sub>2</sub>		8			14	17	18	19	F	F	G	FF	F		FS	I	S	F	
	Pr. 64							E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E'											8				14		18	19	F	FI	GI	DF	F		S	I	S	M
	♂ 55	A <sub>1</sub>	F					E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>												8		12	14			18		FS	FI	GI	DO	F		S	I	S	S
Cas n° 2	♀ 318	I	A <sub>1</sub>	F				E <sub>2</sub>	E'							P <sub>2</sub>			U <sub>2</sub>	8				14		18	19	FS	I	I	FO	F		S	I	S	F	
	Pr. 78	I	A <sub>1</sub>	F			C	E <sub>2</sub>								P <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>		8	10			14		18		FS	I	I	FH	F		S	I	S	F	
	♂ 189	I	A <sub>1</sub>	F			C	E <sub>2</sub>	E'	J <sub>1</sub>	J <sub>2</sub>						Q <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>		8	10			14		18		FS	I	I	FH	F		S	I	S	M	
Cas n° 3	♀ 388			F	H			E <sub>2</sub>			J <sub>2</sub>	G					P'			8				14		18		FS	F	FG	FF	FS		F	I	S	F	
	Pr. 63	I	A <sub>1</sub>	F	H		C	E <sub>2</sub>						Y		P <sub>2</sub>	P'			8	9			14		18		F	FI	GI	FR	FS		FS	I	S	M	
	♂ 189	I	A <sub>1</sub>	F			C	E <sub>2</sub>	E'	J <sub>1</sub>	J <sub>2</sub>						Q <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>		8	10			14		18		FS	I	I	FH	F		S	I	S	M	
Cas n° 4	♀ 221						C	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>						P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>			U <sub>2</sub>	8	9	10		14		18		FS	FI	FI	FR	F		S	I	S	M	
	Pr. 83	I	A <sub>1</sub>	F				E <sub>2</sub>						Y		P <sub>2</sub>			U <sub>2</sub>	8	10			14		18		FS	I	I	OR	F		S	I	S	M	
	♂ 55	A <sub>1</sub>	F					E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>											8		12	14			18		FS	FI	GI	DO	F		SS	I	S	S	

(\*) M = FS

Cette étude a été effectuée à l'aide de :

— 28 réactifs pour les facteurs érythrocytaires : I A<sub>1</sub> F H A' C D E<sub>1</sub> E<sub>2</sub> E' J<sub>1</sub> J<sub>2</sub> G Y K P<sub>1</sub> P<sub>2</sub> P' Q<sub>1</sub> U<sub>2</sub> F/P : 8, 9, 10, 12, 14, 17, 18, 19.

— et 9 systèmes biochimiques : Alb Es<sub>A</sub> (pH 8,5) Es<sub>B</sub> (pH 4,5) Tf 6 PGD PHI PGM AP et Cat.

Le tableau n° 5 présente quatre cas de contrôle de filiation. Dans les cas n° 1 et n° 2 la filiation est compatible avec les prévisions. Dans les cas n° 3 et n° 4 on a constaté l'exclusion de paternité.

L'exclusion de paternité est prononcée sur la base de présence, chez le produit, des facteurs érythrocytaires et des allèles des protéines absentes chez la mère et le père présumé : dans le cas n° 3 le produit 63 possède les facteurs Y, P<sub>2</sub>, F/P 9 et l'allèle R de transferrines, et dans le cas n° 4 le produit 83 possède les facteurs I et Y.

Ces exemples prouvent l'intérêt des marqueurs sanguins pour la recherche d'une vraie filiation d'un cheval, surtout dans les cas de double paternité.

Remerciements :

Nous remercions vivement Mme M. KAMINSKI (Laboratoire d'Enzymologie, C.N.R.S., FRANCE) et Messieurs Y. BOUQUET et A. VAN DEN WEGHE (Université de Gand, Belgique) d'avoir déterminé les systèmes biochimiques.

## Discussion

M. FIGOURY. — M. DESORMEAU-BEDOT soulève une question particulièrement importante en ce qui concerne les origines des chevaux ayant un pedigree.

Jusqu'ici, les Haras n'admettent pas officiellement le contrôle de filiation des poulains par les groupes sanguins. Lorsqu'une jument, et le cas est fréquent, est saillie par deux étalons, même à un intervalle de plusieurs semaines, le poulain porte sur sa carte le nom des deux étalons : poulain A par étalon X... ou par étalon Y...

Cette dualité peut ne pas présenter d'inconvénients majeurs lorsque les deux étalons sont de même race : pur-sang ou anglo-arabe par exemple. Par contre, lorsqu'il s'agit d'une jument de pur-sang saillie par un pur-sang et par un anglo-arabe, le produit est qualifié, si l'on peut dire, « d'espèce non constatée ».

Cette désignation lui retire la plus grande partie de sa valeur, car, d'après les réglementations actuelles, il ne peut participer aux épreuves sportives, courses ou concours hippiques, ouvertes aux pur-sang ou aux produits de croisement de même sang que lui, ni, en fait, être utilisé comme reproducteur.

Cette réglementation anachronique pénalise injustement l'éleveur de bonne foi et incite le propriétaire sans scrupules à déclarer la paternité d'un seul étalon, ce qui constitue une véritable escroquerie dont le montant peut correspondre à des sommes très élevées dans le cas de sujets de grande valeur.

Il serait donc tout à fait souhaitable, dans l'intérêt général, et plus spécialement dans celui des éleveurs et des utilisateurs du cheval, que les Haras appliquent officiellement le contrôle de filiation des poulains dans tous les cas incertains ou litigieux. Cette méthode est couramment utilisée dans l'espèce bovine par les responsables des livres généalogiques.

M<sup>me</sup> PODLIACHOUK. — En 1971 a été créé à l'Institut Pasteur, en collaboration avec la Société d'encouragement pour l'amélioration des races de chevaux en France, le Centre de biologie et de pathologie infectieuse des Equidés.

Le Laboratoire des Groupes sanguins s'occupe de la recherche immunogénétique du cheval ; la totalité des Etalons du Service des Haras ont leur groupe sanguin déterminé, plusieurs cas de contrôle de filiation ont été résolus et certains cas de maladie hémolytique ont été diagnostiqués.

Un cas intéressant de contrôle de filiation a permis d'établir qu'une jument de race pure a été saillie par un bote en train de type poney, à la place d'un étalon de sa race.

En 1975 fonctionnera un Service déterminant les groupes sanguins des chevaux, en grandes séries, à l'I. N. R. A., à Jouy-en-Josas.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. BOUQUET (Y.), WILLEMS (A. E. R.). — Le polymorphisme biochimique chez les espèces animales domestiques. I. Les Erythrocytes. *An. Med. Vet.*, 1971, **113**, p. 355-389.
2. — II. Le plasma et autres fluides biologiques. *An. Med. Vet.*, 1971, **113**, p. 413-451.
3. PODLIACHOUK (L.). — Immunogénétique des Equidés. *Acta Zool. Path. Antverpiensia*, 1968, n° 46, p. 53-68.
4. PODLIACHOUK (L.). — Etat actuel de la recherche immunogénétique chez le cheval. 23<sup>e</sup> réunion ann. de la Fed. Europ. Zootechnie. Verone (Italie), octobre 1972.