

992



**2^e journée d'étude
10 mars 1976**

**MARQUEURS GENETIQUES SANGUINS CHEZ LE CHEVAL :
REPARTITION DANS DIVERSES RACES FRANCAISES
APPLICATION AU CONTROLE DE FILIATION**

Par L. PODLIACHOUK
Société d'Encouragement pour
l'Amélioration des Races de
Chevaux en France
Détachée à l'I. N. R. A.
Laboratoire des Groupes
Sanguins des Equidés
78350 - JOUY-en-JOSAS

Et M. KAMINSKI
C. N. R. S.
Laboratoire d'Enzymologie
91190 - GIF-sur-YVETTE

A la notion ancienne du groupe sanguin (1) s' est substituée actuellement celle, plus complexe, des marqueurs génétiques, qui comprennent principalement des antigènes érythrocytaires et des protéines et enzymes polymorphes de plasma et de l'hémolysat.

Dans cette recherche on applique deux genres de techniques : l'une pour les antigènes érythrocytaires, basée sur la réaction antigène-anticorps ; l'autre, pour les protéines polymorphes, utilise l'électrophorèse.

Chez le cheval nous disposons actuellement, en France, d'une trentaine de sérums révélant des antigènes érythrocytaires ; 15 parmi eux appartenant aux 7 systèmes génétiques, sont homologués sur le plan international (tableau 1).

L'observation de la transmission héréditaire des antigènes érythrocytaires a permis de constater qu'ils peuvent être transmis soit individuellement - donc ils sont déterminés par les gènes - soit par groupes de 2, 3 ou plus à la fois. De tels groupes sont appelés phénogroupes ; ils sont contrôlés par des allèles du système génétique correspondant.

992

Les huit systèmes de protéines et enzymes polymorphes dont l'analyse est pratiquée couramment en France comprennent également une trentaine de variants électrophorétiques. Ces variants sont directement déterminés par des allèles des systèmes génétiques, en grande partie codominants.

La connaissance des marqueurs génétiques rend déjà des services réels dans divers domaines de l'élevage. Nous exposerons leur répartition dans diverses races et l'application au contrôle de filiation.

ETUDE DES RACES

Nous avons examiné onze races françaises de chevaux de sang, de selle et de trait. On peut diviser arbitrairement les chevaux en deux grandes catégories : selle et trait. Selon la catégorie, nous avons observé des différences très nettes dans la répartition de certains marqueurs génétiques. A l'intérieur de la même catégorie, leur répartition est similaire. Pour d'autres marqueurs enfin la fréquence varie peu avec la race.

La sélection peut augmenter la fréquence de certains gènes au détriment des gènes rares qui ont ainsi tendance à disparaître.

Chez le Pur Sang Anglais on constate une homogénéité génétique assez poussée (2). Par contre, les races de trait sont dans l'ensemble bien diversifiées génétiquement (3), alors que les demi-sang, les trotteurs par exemple, occupent une position intermédiaire.

En ce qui concerne les antigènes érythrocytaires homologués, on observe l'absence de Ac & de Da chez les chevaux de sang ; ils sont rares chez les demi-sang et très fréquents chez les trait. Par contre Df et Ka sont absents chez les chevaux de trait, et Db et Qa y sont rares par rapport aux chevaux de selle (tableau 2a).

Quatre facteurs utilisés en France et non encore homologués : F12, F19, F20 et F21 montrent également des différences dans leur répartition suivant les catégories (tableau 2b). Ainsi, F19 et F21, rares chez les chevaux de selle, sont fréquents chez les chevaux de trait. F20, peu fréquent chez ces derniers, est très fréquent chez les chevaux de selle. Enfin il faut souligner que nous n'avons pas rencontré de F12 chez les Pur Sang Anglais alors qu'il est fréquent chez d'autres chevaux de selle et rare chez les trait.

Parmi les variants électrophorétiques certains sont absents ou rares chez les chevaux de sang : G et H de l'estérase (Es), D de la 6-phosphogluconate-dehydrogénase (PGD), F et V de la phosphoglucomutase (PGM), F et S de la phosphohexose-isomérase (PHI) (tableau 2c). Tous ces variants se rencontrent chez les trait, notamment le G de l'estérase qui y est fréquent (3) ; ils ont été aussi rencontrés chez les demi-sang.

Dans le système de transferrines, le variant R est absent chez les arabes (2, 4), et le variant M est absent dans toutes les races françaises examinées mais il est présent chez les Poneys Shetland et Islandais.

CONTROLE DE FILIATION (5)

Le contrôle de filiation est sûr sous des conditions suivantes :

1) Tout caractère utilisé doit :

- être transmis de manière simple et son mode de transmission doit être connu,
- être développé à la naissance ou peu après (6), et rester inchangé pendant toute la vie, sans être modifié par la maladie ou l'environnement.

2) Les techniques et l'interprétation des résultats doivent être objectives et aisément reproductibles.

Théoriquement il existe une cause d'erreur que l'on ne peut éviter : c'est la mutation. Son taux dans le monde animal est d'environ 10^{-7} .

Il existe deux approches méthodologiques pour effectuer le contrôle de filiation, basées sur les lois classiques de Mendel. En premier, un produit ne peut posséder un caractère qui n'est pas présent chez l'un ou les deux de ses parents (tableau 3). La seconde approche s'applique aux systèmes comportant plusieurs allèles : comme le génotype du produit est constitué, pour un locus donné, par deux allèles, l'un venant de l'étalon-père, l'autre de la jument-mère, le père présumé est exclu s'il ne possède aucun des deux allèles présents chez le poulain (tableau 3).

Dans la plupart des cas de contrôle de filiation on admet que la mère indiquée est bien la mère véritable, et seule la paternité de l'étalon est mise en doute. Dans certains cas, la paternité d'un étalon peut être exclue même lorsque la mère n'a pu, pour diverses raisons, être examinée (tableau 4). On applique alors la deuxième approche, par l'analyse des génotypes.

Soulignons que tous les antigènes érythrocytaires et les variants électrophorétiques énumérés dans l'étude des races, permettant la différenciation de la race ou de la catégorie du cheval, rendent de grands services dans le contrôle de filiation.

Parmi les systèmes des antigènes érythrocytaires c'est le système D qui le plus souvent permet de tirer la conclusion dans le contrôle de filiation, et parmi les variants électrophorétiques, c'est le système des transferrines. Le premier comporte 10 antigènes formant 10 phénogroupes, le second comporte 6 variants alléliques.

Parmi divers problèmes de contrôle de filiation il y a celui de la "double paternité". A l'heure actuelle il est parfois difficile de le résoudre dans certaines populations à forte consanguinité, qui aboutit à une homogénéité de la formule sanguine - c'est surtout le cas des Pur Sang Anglais. Il est donc nécessaire de développer la recherche de nouveaux antigènes érythrocytaires et la détection de nouveaux systèmes polymorphes qui permettraient d'augmenter la différenciation parmi les chevaux de sang.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) PODLIACHOUK L. 1968 - Immunogénétique des équidés. Acta Zool. Path. Antverpiensia n° 46, 53-65.
- 2) PODLIACHOUK L., KAMINSKI M., VAN DE WEGHE A., BOUQUET Y., ZWOLINSKI J. et SIUDZINSKI S., 1975, Marqueurs génétiques Sanguins chez les chevaux de courses. Ann. Génét. Sél. Anim. 7, n° 4 sous presse.
- 3) KAMINSKI M., PODLIACHOUK L., BOUQUET Y. et VAN DE WEGHE A., 1976. Marqueurs génétiques sanguins chez les chevaux de trait. En préparation.
- 4) PODLIACHOUK L., KAMINSKI M., BAKALI M. Marqueurs génétiques sanguins chez les chevaux du Maroc. 1976. En préparation.
- 5) PODLIACHOUK L. et DESORMEAU-BEDOT J. P., 1974. L'importance des marqueurs sanguins dans le contrôle de l'origine et l'identification du cheval. Bull. Acad. Vét. T XLVII 83-89.
- 6) KAMINSKI M., BOUQUET Y., VAN DE WEGHE A., PODLIACHOUK L. 1974 Ontogénèse des marqueurs génétiques sanguins chez le cheval. Ann. Génét. Sél. Anim. 6 (2) 195-210.

TABLEAU 1

ANTIGENES ERYTHROCYTAIRES ET SYSTEMES GENETIQUES CHEZ LE CHEVAL

Systèmes	A		C	D		K	P	G	U	?	
Antigènes	Aa	F	Ca	Da	Df	Ka	Pa	Ga	Ua	F12	F22
	Ab	I		Db	G		Pb	F10		F18	
	Ac	F17		Dc	J1		P2			F19	
				Dd	F8					F20	
				De	F14					F21	

*F code pour la france

TABLEAU 4

EXCLUSIONS DE PATERNITE SANS EXAMEN
DE LA MERE

1	phénogroupes	Tf	3	Tf	PGD
♀ morte			♀ morte		
produit	DcaG B 14/Dd	FH	produit	FF	SS
♂ PSA	Dca14/Dca14	DD	♂ ₁	DF	FS
			♂ ₂	DR	FF
2	PGD		4	Tf	PGD
♀ non disponible			♀ non disponible		
produit 1		FF	produit	DD	FF
produit 2		FF	♂	FO	SS
♂		SS			

TABLEAU 2

2 b

races:	antigènes			
	F12	F19	F20	F21
PSA	O	R	+++	R
Ar	++	R	+++	O
AA	+	R	+++	R
TF	+++	++	++	R
SF	+	+	++	R
Trait	R	++	+	++

2 c

races	systèmes					
	Tf	Es	PGD		PGM	PHI
	variants					
	R	G	D	S	F	F,S
PSA	+	O	O	++	O	O
Ar	O	O	O	++	+	R
AA	+	O	O	++	+	R
TF	+	R	O	+	R	R
Trait	+	+ / ++	R	R	+	+

2b	2c
	2a

2 a

RACE	systèmes					
	A	D			K	Q
	antigènes					
	Ac	Da	Db	Df	Ka	Ga
PSA	O	O	++	R	R	++
Ar	O	O	++	O	+	++
AA	O	O	++	R	R	++
T.Fr	R	+	+	+	R	++
S.Fr	R	R	+	R	R	++
T.Ard	+	++	R	O	O	R
T.Boul	R	+++	R	O	O	+
T.Breton	+	++	R	O	O	R
Cob N.	+	++	+	O	O	R
T.Comt	++	+	R	O	O	R
T.Perch	R	++	R	O	O	R

Code des fréquences en %

R = 1 à 10

++ = 31 à 70

+ = 11 à 30

+++ = 71 à 100

TABLEAU 3
EXEMPLES DE CAS D'EXCLUSION

3 b			3 a		
	race	F12	Problèmes de robe		
♀	AA	-	♀ SF baie Dbc 8 14	♀ AAalezane	-
produit		+	prod.gris Dbce J 8 14	♂ AAalezan	-
♂ 1,2,3, 4,5,6	AA	-	♂ PSAalezan Dcd 8 14	produits:	
♂ 7	AA	+	exclusion	1 alezan	-
♂ 8	Ar	-		2 bai	+
♂ 9	T B	-		prod.2 n'est pas AA	
huit étalons exclus un compatible					

3 c
Cas de triple paternité

Systeme D				
	antigenes	phenogroupes	PGD	
♀ PSA	Db Dc Dd - 8 14	Dbc 14/Dd 8 14	SS	
produit	Db Dc - - 8 14	Dbc 14/ Dc 8 14	S S	
♂ 1 SF	Db Dc - - 8 14	Dbc 14/Dc 8 14	FS	
♂ 2 SF	Db Dc Dd Df- 14	Dbc 14/Ddf	FF	
♂ 3 PSA	Db Dc Dd - - 14	Dbc 14/Dd	FS	
	conclusion impossible	seul ♂ 1 est compatible		

3 d
Cas de double paternité

	systeme D	F12	Al	Tf	Es		F12	Tf	PGD
♀ PSA	Dce G814/Dd	-	SS	FF		♀ SF	-	FH	FF
produit	Dc 8 14 /Dd	+	F S	D F	F	produit	+	D H	F F
♂ 1 PSA	Dce G814/Dd	-	SS	FF		♂ 1 PSA	-	FF	SS
♂ 2 double poney	Dc 8 14 /Dde	+	FS	DF	F	♂ 2 AA	+	DD	FS
dans les deux cas l'étalon PSA exclu									