

LES GROUPES SANGUINS DES OVINS

II. — FACTEURS ANTIGÉNIQUES SUPPLÉMENTAIRES
DANS LES SYSTÈMES A, B, C ET M ; ESTIMATION DES FRÉQUENCES « ALLÉLIQUES »
AUX SYSTÈMES A, B, C, D, M ET R DANS LES RACES FRANÇAISES :
BERRICHON-DU-CHEER, ILE-DE-FRANCE ET TEXEL

T. C. NGUYEN et G. RUFFET

*Laboratoire de Génétique biochimique,
Centre national de Recherches zootechniques, I. N. R. A.,
78350 Jouy en Josas*

RÉSUMÉ

L'analyse du déterminisme génétique des facteurs antigéniques des groupes sanguins des ovins détectés par les réactifs obtenus dans notre laboratoire permet une subdivision des séries alléliques des systèmes A, B, C et M :

Au système A deux nouveaux facteurs *AF16* et *AF19* s'ajoutent aux facteurs *Aa* et *Ab* déjà connus, ce qui permet de distinguer au cours de cette étude cinq phénogroupes au lieu de quatre précédemment.

Au système B, 8 des 14 réactifs obtenus ont, selon le *Test de Comparaison international* (1973), leur équivalent dans d'autres laboratoires (réactifs détectant les facteurs *Bb*, *Bc*, *Bd*, *Be*, *Bf*, *Bg*, *Bh* et *Bi*) ; les 6 autres réactifs détectent par contre de nouveaux facteurs (*BF3*, *BF4*, *BF8*, *BF26*, *BF37* et *BF38*). En l'état actuel des recherches, trois de ces facteurs *BF4*, *BF8* et *BF26* apparaissent respectivement, comme des sous-groupes de *Be*, *Bd* et *Bf*. Au total 82 phénogroupes du système B ont pu être identifiés après analyse du groupe sanguin de plus de 10 000 animaux appartenant à une dizaine de races différentes.

Au système C, trois nouveaux facteurs, *CF5*, *CF6* et *CF32* s'ajoutent aux facteurs *Ca* et *Cb* déjà connus. Le nombre de phénogroupes mis en évidence à l'aide de ces 5 réactifs s'élève actuellement à 16.

Au système M, un nouveau réactif détecte le facteur *MF36* distinct de *Mc*, mais qui semble former, comme ce dernier, un système de sous-groupes avec *Ma*.

Les fréquences alléliques aux systèmes A, B, C, D, M et R sont estimés dans les races *Berrichon-du-Cheer*, *Ile-de-France* et *Texel* françaises.

INTRODUCTION

Parmi les 7 systèmes de groupes sanguins actuellement décrits chez les ovins (A, B, C, D, M, R, X), le système B est le système le plus complexe, comprenant une vingtaine de facteurs antigéniques, y compris les sous-groupes (RASMUSEN, 1960 ; SCHMID, 1971). Ces facteurs sanguins sont transmis aux descendants, soit comme des facteurs isolés, soit comme des groupements de deux ou plusieurs facteurs, appelés « phénogroupes ». Ces phénogroupes commandés par les « allèles » du système sont au nombre d'au moins une cinquantaine (RASMUSEN, 1960) voire d'une centaine (SCHMID, 1971). Les autres systèmes ont par contre, été décrits jusqu'à présent comme des systèmes bi- ou tri-alléliques (RASMUSEN, 1958, 1962 et 1972 ; RASMUSEN *et al.*, 1960 ; TUCKER, 1971 ; TUCKER et ELLORY, 1970).

En ce qui concerne les fréquences alléliques des systèmes de groupes sanguins ovins, les informations disponibles sont plutôt limitées et, dans la plupart des cas, elles ont été obtenues à partir d'un matériel génétique restreint. Aux États-Unis, RASMUSEN *et al.* (1960), STANSFIELD *et al.* (1964), STORMONT et SUZUKI (1968) ont estimé les fréquences alléliques des systèmes A, C, D, M, R et X dans une dizaine de races. Par ailleurs le système R a fait l'objet de quelques études particulières [RENDEL (1957) en Suède ; SARTORE (1963) en Italie ; HEALY (1972) en Australie]. Certains auteurs se sont contentés de calculer les fréquences des facteurs antigéniques (MILLOT et EYQUEM, 1956 ; SCHMID, 1971) ou des phénotypes (POREBKA, 1970).

Nous rapportons dans le présent travail la mise en évidence, à l'aide de réactifs obtenus dans notre laboratoire de nouveaux facteurs antigéniques appartenant aux systèmes A, B, C et M ; nous donnons d'autre part, une estimation des fréquences alléliques aux systèmes A, B, C, D, M et R dans les races *Berrichon-du-Cher*, *Ile-de-France* et *Texel* françaises.

MATÉRIEL, ET MÉTHODES

1. — Réactifs

— *Nomenclature.*

Les réactifs correspondant à des facteurs antigéniques détectés par des réactifs obtenus indépendamment par 2 ou plusieurs laboratoires (*Test international de Comparaison*, 1973) sont désignés par des lettres minuscules précédées de la lettre majuscule désignant le système (exemples : Aa, Ab, ... du système A et Bb, Bc, ... du système B, etc.), selon le nouveau principe de notation adopté en 1973 par les participants au Symposium sur les groupes sanguins du Mouton à Jouy en Josas (NGUYEN, 1973). Les autres réactifs sont provisoirement désignés par une codification chiffrée, précédée de la lettre F (= France) ; (exemples : F5, F6, etc.).

— *Réactifs utilisés.*

A l'exception de l'anti R et de l'anti O qui sont des hémolysines « naturelles », les anticorps utilisés dans cette étude ont été obtenus par *iso*-immunisation d'ovins et de bovins et isolés par absorption sélective (NGUYEN, 1972). En anticipant sur les analyses génétiques qui suivent, ces anticorps sont classés par systèmes de groupes sanguins dans le tableau 1, avec indication du mode

d'obtention des anti sérums et de leur ancienne désignation. Les astérisques indiquent les réactifs qui ont été utilisés dans les examens d'une partie seulement des échantillons de sang prélevés et qui ne sont donc pas pris en considération dans les calculs de fréquence.

TABLEAU I

Liste par systèmes des réactifs utilisés

(IS : lire isoimmun-sérum)

Système	Nouvelle désignation et origine des réactifs	Ancienne désignation	
		(NGUYEN, 1972)	(RASMUSEN et divers auteurs)
A	Aa ; IS ovin Ab ; IS ovin F16 ; IS ovin F19 ; IS ovin	A Fm13	A K
B	Bb ; IS ovin et bovin Bc ; IS bovin Bd ; IS bovin Be ; IS ovin et bovin Bf ; IS ovin Bg ; IS ovin Bh ; IS bovin Bi ; IS bovin * F3 ; IS bovin F4 ; IS ovin * F8 ; IS ovin F26 ; IS ovin * F37 ; IS ovin * F38 ; IS ovin	B' Y' P' E' Fm18 Fm17 I'' I F3 Fm8 Fm26	B' Y N' E' E O' S Ix
C	Ca ; ovin et bovin Cb ; IS ovin F5 ; IS bovin F6 ; IS bovin F32 ; IS ovin	C Fm31 L' F6	C Cx
D	Da ; IS ovin	D	D
M	Ma ; IS ovin * F36 ; IS ovin	M	M
R	R ; sérum « normal » bovin O ; sérum « normal » bovin	R O	R O

Les astérisques indiquent les réactifs qui n'ont été utilisés que pour une partie des analyses.

2. — Techniques d'analyse

La réaction d'hémagglutination mise en œuvre pour anti Da, et la réaction d'hémolyse utilisée pour tous les autres réactifs ont été décrites dans notre précédent article (NGUYEN, 1972).

3. — *Échantillons de sang*

Les échantillons de sang, prélevés sur plus de 10 000 animaux âgés de plus de trois mois et appartenant à une dizaine de races différentes, ont été analysés pendant la période de 1970-1973. Dans la majorité des cas, la famille complète (père, mère et descendant) a été examinée. Pour la détermination des phénogroupes, toute filiation douteuse est éliminée et seules les familles complètes sont prises en considération. Les fréquences des allèles sont calculées sur la base d'un échantillon de brebis choisies au hasard et ayant chacune un ou plusieurs descendants examinés. Ces brebis sont réparties de la manière suivante : 441 brebis *Ile-de-France* provenant de 11 élevages, 202 *Texel* provenant de 6 élevages et 124 *Berrichon-du-Cher* provenant de 2 élevages. Les élevages choisis sont situés dans différentes zones où la race considérée est prédominante (plus de 50 p. 100 de l'effectif ovin total). Notons également que l'un des 2 troupeaux *Berrichon-du-Cher* examinés est composé d'animaux originaires de plusieurs élevages différents. L'échantillon ainsi constitué donne vraisemblablement une image assez fidèle de chacune des 3 races. Néanmoins, les fréquences sont données à titre indicatif et ne reflètent vraisemblablement que leur ordre de grandeur dans chacune des 3 races considérées.

4. — *Méthodes de calcul des fréquences alléliques*

Pour les estimations des fréquences alléliques, la méthode itérative de CEPPELLINI *et al.* (1956) décrite par NEIMANN-SØRENSEN (1956) est utilisée dans les calculs concernant les systèmes complexes (A, B et C), tandis que la méthode dite « de la racine carrée » permet d'estimer, d'une manière rapide, les fréquences dans les systèmes bi-alléliques où l'un des allèles est dominant.

RÉSULTATS

Système A

Tous les résultats d'analyse obtenus jusqu'à ce jour indiquent que les facteurs antigéniques détectés par les nouveaux réactifs anti F16 et anti F19, forment, avec le facteur Ab un système de sous-groupes non linéaire où le facteur Ab joue le rôle de sous-groupe commun à F16 et F19. En effet, tous les échantillons de sang qui réagissent soit avec anti F16, soit avec anti F19, soit encore avec anti F16 et anti F19 sont toujours lysés par le réactif anti Ab. Cette relation sérologique indique l'appartenance des 3 facteurs Ab, F16 et F19 à un seul et même système génétique. Il est d'ailleurs possible de démontrer par absorption sélective à l'aide des hématies appropriées l'existence des anticorps anti F16 ou anti F19 dans certains réactifs anti Ab. Il n'est pas exclu que les réactifs anti Ab obtenus dans d'autres laboratoires aient été considérés à tort comme monovalents, par suite de l'absence des phénogroupes comportant F16 dans les troupeaux de référence utilisés par ces laboratoires. L'appartenance au système A des facteurs F16 et F19 est par ailleurs démontrée par nos analyses de ségrégations dont des exemples sont donnés dans le tableau 2.

Par suite de la faible fréquence du facteur AF16 dans les populations examinées, les données concernant le déterminisme génétique de ce facteur sont assez limitées. Cependant, l'ensemble de nos résultats sérologiques et génétiques permet de conclure à l'existence dans le système A de 2 nouveaux facteurs antigéniques dénommés provisoirement AF16 et AF19 qui s'ajoutent aux facteurs déjà connus Aa et Ab, ces derniers correspondant rappelons-le, aux facteurs A et K de

RASMUSEN *et al.* (1960) et RASMUSEN (1972). Au total, 5 phénogroupes ont été identifiés dans le système A au cours de cette étude. La fréquence des allèles qui les contrôlent a été estimée, par itération dans les trois races *Berrichon-du-Cher*, *Ile-de-France* et *Texel* (tabl. 3).

TABLEAU 2

Transmission des facteurs sanguins du système A dans des familles informatives

Bélier		Brebis		Descendants		
Phénotype	Nombre	Phénotype	Nombre	Total	Phénotype	Nombre
ab, 19	3	—	26	32	ab, 19 —	15 17
b, 19	1	—	35	42	b, 19 —	23 19
—	3	ab, 16	3	5	b, 16 a	3 2
—	6	b, 16	10	16	b, 16 —	7 9

— : phénotype « négatif » pour les facteurs considérés.

TABLEAU 3

Estimations de fréquence des phénogroupes du système A de groupes sanguins ovins

Allèles	<i>Ile-de-France</i>	<i>Texel</i>	<i>Berrichon-du-Cher</i>
a	0,13	0,07	0,26
b, 19	+	0,01	
b, 16	+		+
ab, 19	+	+	0,04
—	0,86	0,91	0,69
Nombre d'animaux	441	202	142

— : phénogroupe « négatif ».

+ : fréquence inférieure à 0,01.

Système B

L'analyse des ségrégations observées dans les familles retenues pour cette étude permet de classer dans le même système les facteurs antigéniques détectés par les réactifs anti Bb, Bc, Bd, Be, Bf, Bg, Bh, Bi, F3, F4, F8, F26, F37 et F38. Il s'agit du système B, identifié grâce aux 8 premiers de ces facteurs, qui correspondent aux facteurs déjà classés dans le système B par RASMUSEN (cf. tabl. 1). Dans l'état actuel de notre travail, on peut constater que les réactifs BF4 et Be forment un système de sous-groupes, tout comme les réactifs BF8 et Bd d'une part, BF26 et Bf d'autre part. Les tableaux 4 et 5 donnent des exemples d'analyses de ségrégation démontrant l'appartenance au système B des facteurs cités ci-dessus. Les 14 réactifs du système B que nous possédons actuellement n'ont pas tous été utilisés dans l'ensemble de notre étude. En ne tenant compte que des 10 réactifs remplissant cette condition, 41 phénogroupes du système B ont été identifiés dans les races *Berrichon-du-Cher*, *Ile-de-France* et *Texel*. Les fréquences de ces phénogroupes sont indiquées dans le tableau 6. Notons cependant que le polymorphisme du système B est beaucoup plus élevé puisque l'utilisation de nos 14 réactifs pour l'analyse d'une partie de nos données nous a permis de distinguer 82 phénogroupes différents.

TABLEAU 4

*Transmissions des phénogroupes du système B
chez les descendants de deux béliers*

Bélier	Brebis	Phénogroupes transmis aux descendants	
		par le père	par la mère
N° 3864 : bg	f, 3, 26	bg	f, 3, 26
	cf, 3, 26	bg	c
	f, 3, 26	bg	f, 3, 26
	df, 3, 8, 26	bg	—
	df, 3, 8, 26	bg	df, 3, 8, 26
	df, 3, 8, 26	bg	—
	df, 3, 8, 26	—	df, 3, 8, 26
	—	—	—
	bg	—	—
	b	—	b
bf	—	bf	
N° 7827 : f, 3, 26	ci	—	ci
	ci	f, 3, 26	ci
	ci	—	ci
	ci	—	c
	c	—	c
	ce	—	c
	ce, 3, 4	f, 3, 26	c
	bch	f, 3, 26	bh
	—	f, 3, 26	c
	bcfhi, 3, 26	—	c

— : phénogroupe « négatif ».

TABLEAU 5

Exemples de transmission des facteurs Bg, F37, et F38
par un bélier (n° 260) à ses descendants

Brebis			Descendants		
Facteurs considérés			Facteurs considérés		
Bg	F 37	F 38	Bg	F 37	F 38
—	—	—	+	+	+
—	—	—	+	+	+
—	—	—	—	—	—
—	—	—	+	+	+
—	—	—	—	—	—
—	—	—	+	+	+
—	—	—	+	+	+
—	—	—	—	—	—
—	—	—	+	+	+

Les signes + et — indiquent respectivement la présence et l'absence des facteurs considérés.

TABLEAU 6

Estimations de fréquence des phénogroupes du système B

Phéno- groupe	Ile- de-France	Texel	Berrichon- du-Cher	Phéno- groupe	Ile- de-France	Texel	Berrichon- du-Cher
e, 4		+		f	0,03	0,09	+
eh, 4	+		0,01	cf		+	
ce		0,01	0,05	bf	+	+	+
ce, 4	+	0,04	0,04	bfh	+		
cei			+	df		0,03	0,01
ef		+		bdf		+	0,01
def		+		bcd	+		
bef	0,02			f, 26	0,02	0,02	0,05
bef, 4	+			bf, 26	0,05	+	
bcefi		+		cf, 26		+	0,06
bcefi, 26		+		df, 26	+		
ci	0,14	0,02	0,12	dfg, 26			+
bci		+	0,01	b	0,04	0,01	
cfi, 26	+	+		bg		+	+
bcfi, 26	+	+	0,11	bh	0,05		+
bchi	0,13		0,03	c	0,42	0,23	0,41
bcfhi, 26			0,02	bc		+	
cfi	+	+		ch	+		
cfhi	+		+	—	0,03	0,44	+
bcfhi	0,04						
cdfi		0,02					
cdfi, 26		0,02					

— : phénogroupe « négatif ».

+ : fréquence inférieure à 0,01.

TABLEAU 7

Exemples de transmission des facteurs sanguins du système C

Bélier		Brebis		Descendants		
Phénotype	Nombre	Phénotype	Nombre	Total	Phénotype	Nombre
ab	2	—	8	14	ab —	7 7
a, 32	2	—	17	26	a, 32 —	16 10
6,32	2	—	9	13	6,32 —	7 6
b, 6	1	—	3	6	b, 6 —	2 4
b, 5	2	—	10	11	b 5	7 4

— : phénotype « négatif » pour les facteurs considérés.

TABLEAU 8

Estimations de fréquence des phénogroupes du système C

Phénogroupe	<i>Ile-de-France</i>	<i>Texel*</i>	<i>Berrichon-du-Cher</i>
a	+		0,02
a, 32	0,05	0,05	0,02
b	0,17		0,17
b, 32	+	0,23	0,09
5			0,02
5,32			0,01
6	0,16		0,33
6,32	0,11	0,28	0,20
ab	0,03		0,02
ab, 32	0,05	+	0,01
b, 5			0,01
b, 5, 32			+
b, 6	0,04		+
b, 6, 32	0,07	0,02	
32	0,22		0,03
—	0,10	0,42	0,04

— : phénogroupe « négatif ».

+ : fréquence inférieure à 0,01.

* : pour les *Texel*, le facteur F 32 n'est pas pris en considération dans les calculs de fréquence.

Système C

Les résultats permettant de classer dans le système C trois nouveaux facteurs F5, F6 et F32, découlent ici aussi, d'analyses de ségrégation dans des familles appropriées, et en particulier de croisements du type test-cross (tabl. 7). A l'aide de 5 réactifs (anti Ca, Cb, F5, F6 et F32), 16 phénogroupes ont été identifiés ; leur fréquence dans les 3 races considérées est indiquée dans le tableau 8. La fréquence du facteur CF32 étant élevée dans la race *Texel* (0,79), ce facteur n'est pas pris en considération dans les estimations de fréquences alléliques dans cette race.

Système M

Deux facteurs antigéniques F36 et Ma, ainsi que 3 phénotypes MaF36, Ma et « négatif » commandés par 3 allèles du locus M, sont détectés à l'aide de nos 2 réactifs (tabl. 9). Selon les résultats du *Test de Comparaison* 1973, notre réactif anti Ma est bien équivalent aux réactifs anti Ma préparés par divers auteurs. Par contre, notre réactif F36, détecte une nouvelle spécificité antigénique, qui forme avec Ma un système de sous-groupes mais qui est différente de celle détectée par anti Mc (correspondant à M' de TUCKER et ELLORY, 1970) ; ces résultats permettent de conclure que les facteurs MF36 et Mc forment avec Ma un système de sous-groupes non linéaire où le facteur Ma joue le rôle de sous-groupe commun à Mc, MF36. La fréquence du facteur Ma dans les 3 races considérées est donnée dans le tableau 11.

TABLEAU 9

Exemples de transmission des facteurs Ma et F36 du système M

Bélier 9434 : Ma, 36		Bélier 9519 : Ma, 36	
Brebis	Descendants	Brebis	Descendants
—	Ma, 36	—	—
—	Ma, 36	Ma	—
—	—	—	Ma, 36
—	—	—	Ma, 36
Ma	{ Ma, 36	—	Ma, 36
	—	—	Ma, 36

— : phénotype « négatif » pour les facteurs considérés.

Systèmes D et R

Nous indiquons également pour mémoire dans le tableau 11 la fréquence de l'allèle dominant Da, du système D, la fréquence de l'allèle dominant R, du locus R, ainsi que la fréquence de l'allèle dominant I du locus I, indépendant du locus R mais

ayant l'effet épistatique sur l'expression des antigènes R et O (YCAS, 1949 ; STORMONT, 1951 ; RENDEL, *et al.*, 1954 ; RENDEL, 1957 ; TUCKER, 1961 et 1965). Notons que l'existence d'une association étroite entre les loci de groupes sanguins I et C rapportée par RASMUSEN (1966), n'a pu être démontrée par les résultats obtenus au cours de cette étude (tabl. 10).

TABLEAU 10

Ségrégation des gènes appartenant aux loci I et C

Bélier			Brebis			Descendants				
Système			Système			Système C allèle transmis par		Système I allèle transmis par		Système R phénotype
C	I	R	C	I	R	le père	la mère	le père	la mère	
F 6/—	I/i	R/r	b/—	i/i		F 6 —	— b	i I	i i	R
			b/—	i/i		— F 6	— —	I I	i i	O R
a/b	I/i	R	F 6	i/i		b	F 6	I	i	R
			b/—	i/i		a	—	I	i	R
			b/F 6	I/i	R	a	F 6	i	i	
			F 6	I/i	R	b	F 6	i	i	
			b/—	I/i	O	a	—	i	i	

— : allèle « négatif ».

TABLEAU II

Estimations de fréquence des allèles appartenant aux systèmes D, M, R, et I

Système	Allèle	Ile-de-France	Texel	Berrichon-du-Cher
D	a	0,53	0,05	0,28
M	a	0,31	0,57	0,30
R	R	0,28	0,45	0,34
I	I	0,76	0,79	0,68

DISCUSSION ET CONCLUSION

Les résultats obtenus au cours de ce travail permettent de classer dans les systèmes A, B, C, M ovins divers « nouveaux » facteurs détectés dans notre laboratoire et démontrent la complexité de ces systèmes génétiques ; ces résultats sont plus particulièrement significatifs pour les systèmes A et C qui ont été jusqu'ici décrits comme des systèmes relativement simples. Comme les systèmes B et C bovins, les systèmes B et C ovins sont, selon nos résultats, les deux systèmes les plus complexes : le système B contrôle plusieurs dizaines de phénogroupes dans chaque race. Il est vraisemblable que ces séries alléliques seront encore subdivisées à l'avenir. A la lumière de travaux récents effectués dans diverses espèces animales (OOSTERLEE et BOUW, 1974), il apparaît que ces phénogroupes qui paraissent transmis aux descendants comme des unités génétiques sont en fait commandés par un groupe de loci étroitement liés, groupe à l'intérieur duquel le « crossing-over », quoique assez rare, peut survenir. Chez les bovins, des exemples de transmissions anormales de phénogroupes indiquant l'intervention du « crossing-over » à l'intérieur des systèmes B et C ont été rapportés par divers auteurs et récapitulés par BOUW et FIORENTINI (1968), BOUW *et al.* (1974). En se basant sur l'ensemble des cas décrits à ce jour, ces auteurs ont établi l'ordre linéaire des sites chromosomiques contrôlant un certain nombre de facteurs de chacun des deux systèmes B et C bovins. Bien qu'aucun indice suggérant l'existence du « crossing-over » à l'intérieur des systèmes de groupes sanguins ovins n'ait pu être observé au cours de ce travail, il est vraisemblable que des cas de recombinaisons à l'intérieur des systèmes B et C ovins pourront être mis en évidence à l'avenir. Comme il existe des facteurs antigéniques communs aux systèmes B ainsi qu'aux systèmes C bovin et ovin (NGUYEN, 1972), on peut se demander d'une part si l'on détecte les mêmes structures chimiques et d'autre part si l'ordre linéaire des sites chromosomiques contrôlant ces structures est comparable chez les deux espèces. Une recherche systématique des recombinaisons à l'intérieur des systèmes B et C ovins pourrait apporter une réponse à cette dernière question et donner une nouvelle dimension à la comparaison des systèmes de groupes sanguins bovins et ovins.

Dans le domaine de l'étude comparée des groupes sanguins de différentes races ovines françaises, les résultats préliminaires obtenus au cours de ce travail indiquent qu'il existe entre les trois races considérées des différences assez nettes dans la fréquence de certains phénogroupes de différents systèmes. L'extension de ces études à d'autres systèmes polymorphes et aux autres races permettra de préciser, à l'aide des méthodes d'analyse phylogénétique, les relations de parenté entre les races ovines françaises et peut-être aussi d'examiner l'influence des facteurs externes sur l'évolution génétique de telle ou telle race.

Reçu pour publication en juin 1975.

SUMMARY

BLOOD GROUPS IN SHEEP.

II. — NEW BLOOD GROUP FACTORS IN THE A, B, C, M SYSTEMS.

INVESTIGATIONS ON THE GENE FREQUENCIES

OF THE A, B, C, D, M, R BLOOD GROUP SYSTEMS

IN BERRICHON-DU-CHER, ILE-DE-FRANCE AND FRENCH TEXEL BREEDS

Blood groups of more than 10 000 animals, belonging to 10 different breeds of sheep, were investigated by means of our reagents during the period 1970-1973. Sixteen of these reagents — namely Aa, Ab (A system), Bb, Bc, Bd, Be, Bf, Bg, Bh, Bi (B system), Ca, Cb (C system), Da (D system), Ma (M system), R and O (R system) — proved to be comparable to the corresponding reagents produced in other countries (*Comparison Test*, 1973). On the basis of serologic relationships and genetic data, 2 new blood factors F16 and F19 are classified into the A system, in addition to the well-known factors Aa and Ab detected by several laboratories. It is shown that blood factors F16 and F19 are related through Ab as non-linear subtypes and that the A system involves a minimum of five « alleles ». In the B system, subtyping relationships are observed between F8 and Bd, F26 and Bf, F4 and Be. Family data provide evidence that F4, F8 and F26 as well as F3, F37 and F38 are members of the B system. At least, 82 B phenogroups have been recognized. Family studies also show that 3 new blood factors F5, F6 and F32 belong to the C system. By means of 5 reagents (Ca, Cb, F5, F6, F32), 16 C phenogroups have been established. Genetic data also indicate that blood factor F36 is member of the M system. This factor is a subtype of Ma, but it is quite different from Mc described by TUCKER and ELLORY (1970) under the designation M'. The A, B, C, D, M, R and I allele frequencies are estimated for *Ile-de-France*, *Berrichon-du-Cher* and *French Texel* breeds on the basis of a random sample of female parents.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOUW J., FIORENTINI A., 1968. Structure of loci controlling complex Blood Group Systems in Cattle. *Proc. 11th Conf. Anim. Blood grps Biochem. Polymorphism, Warsaw*, 1968, 109-113.
- BOUW J., BUYS C., IJKE SCHREUDER, 1974. Further studies on the genetic control of the blood group system C of Cattle. *Anim. Blood grps Biochem. genet.*, **5**, 105-114.
- CEPELLINI R., SINISCALCO M., SMITH C. A. B., 1956. The estimation of gene frequencies in a random mating population. *Ann. Hum. Genet.*, **20**, 97-115.
- HEALY P. J., 1972. Distribution of R-r-i blood group system in Australian sheep. *Anim. Blood grps Biochem. genet.*, **3**, 241-244.
- MILLOT P., EYQUEM A., 1956. Les groupes sanguins des moutons. *Rev. Path. Comp.*, **56**, 41-65.
- NEIMANN-SØRENSEN A., 1956. Blood groups and breed structure as exemplified by three Danish breeds. *Acta Agric. Scand.*, **6**, 115-137.
- NGUYEN T. C., 1972. Les groupes sanguins des ovins. I. Relations entre les groupes sanguins des ovins et des bovins. *Ann. Génét. Sél. Anim.*, **4**, 363-374.
- NGUYEN T. C., 1973. Report on the sheep blood group workshop. *Anim. Blood grps Biochem., genet.*, **4**, 241-243.
- OOSTERLEE C. C., BOUW J., 1974. « Loci » Structure in animal blood groups. *1st World Congress on genetics applied to livestock production*, Madrid, 1974, **1**, 243-252.
- POREBSKA W., 1970. Some blood group antigens in Polish Merino sheep. *Proc. 11th Conf. Anim. Blood grps Biochem. Polymorphism, Warsaw*, 1968, 493-496.
- RASMUSEN B. A., 1958. Blood groups in sheep. I. The X-Z system. *Genetics*, **43**, 814-821.
- RASMUSEN B. A., 1960. Blood groups in sheep. II. The B system. *Genetics*, **45**, 1405-1417.
- RASMUSEN B. A., 1962. Blood groups in sheep. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **97**, 306-319.
- RASMUSEN B. A., 1966. Linkage between the C and I blood group loci in sheep. *Genetics*, **54**, 356 (supplem.).
- RASMUSEN B. A., 1972. A new factor in the A blood group system in sheep. *Anim. Blood grps Biochem. genet.*, **3**, 21-22 (Abstracts)

- RASMUSEN B. A., STORMONT C., SUZUKI Y., 1960. Blood groups in sheep. III. The A, C, D and M systems. *Genetics*, **45**, 1595-1603.
- RENDEL J., 1957. Further studies in some antigenic characters of sheep blood determined by epistatic action of genes. *Acta Agric. Scand.* **7**, 224-259.
- RENDEL J., NEIMANN-SØRENSEN A., IRWIN M. R., 1954. Evidence for epistatic action of genes for antigenic substances in sheep. *Genetics*, **39**, 396-408.
- SATORE G., 1963. Research on the R-O system of blood groups in sheep. *Atti. Soc. Ital. Sci. Vet.*, **17**, 221.
- SCHMID D. O., 1971. Über Blutgruppen bei Schafen. *Zentralbl. Veterinärmed. B*, **18**, 430-440.
- STANSFIELD W. D., BRADFORD G. E., STORMONT C., BLACKWELL R. L., 1964. Blood groups and their associations with production and reproduction in sheep. *Genetics*, **50**, 1357-1367.
- STORMONT C., 1951. An example of a recessive blood group in sheep. *Genetics*, **36**, 577-578.
- STORMONT C., SUZUKI Y., 1968. A survey of Hemoglobins, Transferrins and certain red cell antigens in nine breeds of sheep. *Genetics*, **60**, 363-371.
- TUCKER E. M., 1961. The i blood group in sheep. *Vox Sang.*, **6**, 632-633.
- TUCKER E. M., 1965. Further observations on the i blood group in sheep. *Vox Sang.*, **10**, 195-205.
- TUCKER E. M., 1971. Genetic variation in the sheep red blood cell. *Biol. Rev.*, **46**, 341-386.
- TUCKER E. M., ELLORY J. C., 1970. The M-L blood group system and its influence on red cell potassium levels in sheep. *Anim. Blood grps Biochem. genet.*, **1**, 101-112.
- YCAS M. K. W., 1949. Studies on the development of a normal antibody and of cellular antigens in the blood of sheep. *J. Immun.*, **61**, 327-347.
-