Zeitschrift: Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires

Herausgeber: Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte

Band: 111 (1969)

Heft: 7

Artikel: Les groupes sanguins dans la race bovine d'Hérens

Autor: Reuse, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-591305

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 07.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Institut de Zootechnie de l'Université de Berne
(Directeur: Prof. Dr. W. Weber)

Les groupes sanguins dans la race bovine d'Hérens

Par J. Reuse

I. Introduction

La race d'Hérens est élevée dans le Valais central. Elle tire son nom d'un district du Valais. On la trouve encore en France, dans la région de Chamonix, au pied du Mont-Blanc, et en Italie dans le val d'Aoste. Il s'agit certainement de la race la plus ancienne de notre pays avec la race brune. C'est un bétail essentiellement montagnard, très rustique.

Elle est signalée dans nos régions à la période romaine déjà [20]. Parmi les vestiges de cette époque, on a retrouvé à Martigny (Octodurum) une tête de bronze reproduisant fidèlement les proportions typiques du taureau d'Hérens (typus brachyceros). Selon Keller [20] la race serait originaire d'Egypte; elle se serait répandue dans le Nord de l'Afrique, en Espagne, et de là aurait été introduite par les Romains dans les Alpes. Pline l'Ancien fait mention au premier siècle de notre ère de la race bovine qui peuple les Alpes peninnes (Liv. VIII). Il faut relever ici que l'Egypte, à l'époque des pharaons, élevait pour la lutte des bovins du type Brachycéros. Ce caractère belliqueux existe actuellement encore dans la race d'Hérens.

Une autre population bovine très semblable à la race d'Hérens est la race Dux au Tyrol (Duxer Rind). Selon d'éminents savants [20] les Duxer et les Hérens seraient les représentants d'une race, introduite par les Romains ou les Celtes, répandue dans toute la région alpine. Il n'est pas exclu, d'autre part, que les Walser lors de leurs migrations, au Moyen-Age, du Valais vers l'Est (Grisons, Tyrol) aient emmené leurs troupeaux avec eux et ainsi contribué à l'extension de la race.

Des essais de croisement entre la race d'Hérens et la race Dux ont été effectués en Suisse et en Autriche entre 1925 et 1930. Selon ces résultats il s'agit bien d'une seule et même race dont les représentants ont légèrement varié suivant les idées des éleveurs. Le caractère combatif des vaches Duxer (Heerkühe), sans doute très marqué auparavant, s'est atténué au cours des siècles et a fini par disparaître alors qu'il se trouve encore d'une manière très marquée dans la race d'Hérens.

Le bétail d'Hérens est de petite taille et adapté à son milieu alpestre. Sa tête est caractéristique: large et courte; les yeux expressifs et vifs sont proéminents. Sa robe est unie, variant du rouge vif au châtain foncé, allant parfois juqu'au noir. Le mufle, les muqueuses, la pointe des cornes et les onglons sont ardoisés ou noirs. Les aptitudes de la race sont mixtes, orientées à la fois vers la production du lait et celle de la viande. Ses qualités maîtresses résident surtout dans la robusticité et la grande résistance aux maladies.

Chaque année des combats de vaches (inoffensifs d'ailleurs) sont organisés. Les épreuves éliminatoires permettent de déterminer la «reine» du combat qui peut prétendre au titre de «reine cantonale». L'été, le bétail se trouve sur les alpages situés entre 1800 et 2300 m d'altitude. Des combats, non organisés cette fois, y ont lieu et permettent d'élire la «reine du troupeau», celle qui conduira les autres durant la saison.

L'exportation vers l'Italie (val d'Aoste) et vers la France (Chamonix) joue un rôle secondaire. Depuis 1965 quelques bêtes ont été exportées vers les hauts plateaux du Pérou; ces animaux s'acclimatent très bien. L'insémination artificielle qui avait démarré lentement accuse en 1967 une progression rapide [59].

Bien individualisée par ses caractères morphologiques et zootechniques, cette race n'a pas encore été étudiée du point de vue de ses groupes sanguins.

Le présent travail a pour but la détermination des groupes sanguins dans un certain nombre de familles représentatives de la race. Celle-ci sera ensuite comparée aux autres races suisses.

II. Matériel et Méthodes

1. Définitions

Avant d'aborder notre exposé, il est nécessaire de rappeler la nomenclature. Nous appellerons:

Réactif: un antisérum qui n'est plus fractionnable par absorption. Il ne contient qu'un type d'anticorps. A chaque réactif correspond un facteur antigénique érythrocytaire particulier.

Facteur antigénique: le caractère mis en évidence par un réactif. Ces facteurs sont désignés par les lettres de l'alphabet, sans ou avec accent: A, B ... Z, A′, B′ ... Z′. Un chiffre arabe ajouté aux lettres symboliques des facteurs correspondants, indique un sous-type sérologique (sous-groupe). Il s'agit de différents degrés de réactivité vis-à-vis de l'anticorps correspondant, l'antigène dominant étant affecté de l'indice le plus faible (phénomène des affinités différentes décrit par Millot 1963).

Phénogroupe: un groupe de facteurs commandés par un gène, on l'appellera aussi allèle.

Système: l'ensemble des facteurs contrôlés par des gènes allélomorphes, on utilisera également le terme de locus.

Groupe sanguin: l'ensemble des facteurs antigéniques (phénotype sanguin) ou des allèles aux différents systèmes (génotype sanguin) que possède un animal. Dans certains cas le groupe sanguin est caractérisé par l'absence d'une ou de plusieurs réactions comme le groupe 0 chez l'homme.

Immunisation: l'injection à un animal de globules rouges de la même espèce (iso-immunisation) ou d'une autre espèce (hétéro-immunisation) porteurs d'antigènes A, B, C, ... qu'il ne possède pas.

Immunsérum: tout sérum contenant des anticorps obtenus par immunisation d'un sujet receveur vis-à-vis d'antigènes globulaires d'un donneur.

2. Matériel

Pour cette étude nous avons examiné 249 bêtes (20 taureaux, 113 vaches et 116 descendants). Nous avons tenu compte du matériel de l'institut:

4 familles analysées en 1961 (E. Müller) et 372 taureaux des Marchés-Concours de Sion étudiés en 1962 et 1963. Les échantillons de sang ont été récoltés pendant le printemps 1968 dans différents syndicats d'élevage répartis dans toute la zone d'expansion de la race[1]. Nous avons prélevé 6–8 cc de sang dans des tubes contenant une solution anticoagulante (sol. de Rous-Turner modifiée, avec adjonction de streptomycine). Ils ont été conservés à une température de +2 à +4°C jusqu'au moment de l'analyse. L'étude de 116 filiations complètes, comprenant 5–8 descendants, choisis au hasard, ainsi que leurs pères et leurs mères, nous a servi principalement à l'identification des complexes antigéniques du système B. Presque toutes ces bêtes possèdent un certificat d'ascendance. Les autres (12 bêtes) ont été reconnues par des experts compétents, dans le cadre des syndicats d'élevage, comme étant de pure race (marque à la corne). Nous pensons que notre échantillon est représentatif de la race.

3. Réactifs et leur production

Les anticorps hémolytiques utilisés dans ce travail figurent au tableau 1 ci-dessous. Ils ont été préparés en grande partie dans les laboratoires de l'institut (E. Müller, A. Schindler). Quelques-uns ont été fournis par d'autres laboratoires (Copenhague, Munich, Jouy-en-Josas).

Tableau 1 Liste des réactifs utilisés.

Loci	A	B	C	FV	J	L	M	SU	Z
Anti-corps utili-sés	A Z′	B O_3 A'_2 K′ G Q D′ B′ K T E'_2 O′ I Y_2 E'_3 P E_1 I′ O_1 A'_1 J′	C_2 L′ R D_1 W X_1 X_2	F V	J	L	M	S_1 H′ U_1 U_2 U′	Z

Les réactifs A'_2 et Z′, d'origine danoise, n'ont été utilisés que pour une partie des analyses.

Les réactifs contiennent des anticorps spécifiques, soit existant à l'état naturel dans le sérum (iso-sérum naturel), soit obtenus par immunisation d'animaux de même espèce (iso-immunsérum) ou d'une autre espèce (hétéro-immunsérum). On a trouvé par isoagglutination environ 10 iso-sérums naturels (12, 38, 44). Par comparaison avec les iso-immunsérums Rendel [38] pouvait montrer une grande parallélité entre eux; cependant les réactions étaient plus faibles avec les iso-sérums naturels, sauf pour l'anti-J. Osterhoff [23] pense que la plupart des anticorps hémolytiques produits par immunisation peuvent aussi se trouver comme anticorps naturels dans le sérum d'animaux non immunisés; leur titre étant souvent très faible. Aujourd'hui, seul l'anti-J est employé comme iso-sérum naturel dans les tests de routine, bien qu'on puisse aussi le produire par immunisation.

[1] J'exprime ici ma reconnaissance au fonds Guillebeau qui a supporté les frais occasionnés lors des prises de sang.

Le succès de l'immunisation dépend du choix entre le donneur et le receveur: celui-ci ne peut produire des anticorps que contre les antigènes qu'il ne possède pas et qui sont présents chez le donneur. Le sang de ce dernier (150–200 cc) est recueilli dans un récipient contenant une solution anticoagulante (sang:sol. anticoagulante 3:1) et conservé dans une armoire frigorifique (+ 2 à + 4 °C). On en prélève environ 25 cc pour chaque immunisation. On lave ce sang plusieurs fois, puis le culot globulaire est dilué dans l'eau physiologique. Cette suspension (environ 25 cc à 40%) est injectée par voie intramusculaire ou souscutanée. Les injections sont répétées 6–7 fois avec un intervalle de 3–4 jours entre chacune d'elles. Schindler [47] communique une réussite de 100% sur deux séries de 20 immunisations, avec des titres d'anticorps de $^1/_8$ à $^1/_{256}$. Quelques jours après la dernière immunisation on prélève chez l'animal plusieurs litres de sang. Après centrifugation, le sérum est chauffé à 56 °C pendant une demi-heure; on inactive ainsi le complément. La quantité et la qualité des anticorps formés sont contrôlées. Les immunsérums sont ensuite fractionnés par absorption d'un ou de plusieurs anticorps avec les globules rouges correspondants, jusqu'à ce que les anticorps encore présents montrent tous la même spécifité (monovalence). L'immunsérum ainsi obtenu est un réactif et n'a plus qu'à être titré.

La plupart des réactifs peuvent aussi être obtenus par hétéro-immunisation. Ferguson et ses collaborateurs [9] ont produit 4 immunsérums de chèvres et de moutons contre les hématies des bovidés. Aujourd'hui on emploie de préférence le lapin pour ce but [16], car il possède rarement des anticorps contre les hématies bovines.

4. Technique d'analyse

Nous avons utilisé la méthode courante des immunsérums [30]. Il s'agit d'une réaction d'hémolyse; ce phénomène rend visible la fixation des anticorps sur les antigènes correspondants et témoigne ainsi de la présence de l'antigène sur les globules étudiés. S'il y a hémolyse l'antigène correspondant à l'anticorps hémolytique se trouve sur les globules rouges.

En pratique, les échantillons de sang citraté sont lavés à plusieurs reprises dans l'eau physiologique. On prépare ensuite une suspension d'hématies à 2% dans l'eau physiologique. Deux gouttes de réactif et une goutte de cette suspension sont mélangées dans des tubes à hémolyse. On agite les tubes et après 10–15 minutes, on ajoute une goutte de complément sous forme de sérum de lapin, conservé par congélation. Simultanément le pouvoir hémolytique de la suspension et celui du complément est contrôlé. Les tubes sont réagités et mis en chambre isotherme à 27–30 °C. Après une demi-heure on agite à nouveau les tubes. L'intensité des réactions est estimée par deux lectures visuelles: la première 2–2½ heures, la seconde 4½–5 heures après le début de l'incubation. Les tubes sont réagités après la première lecture. Le degré d'hémolyse est noté selon une échelle linéaire: Sp (traces), 1, 2, 3, 3^+, 4 (4 = hémolyse totale).

III. Calcul de la fréquence des gènes

Le calcul de la fréquence des gènes permet une comparaison directe entre les différentes races. Il rend ainsi possible une meilleure étude de la génétique des populations. Nous avons utilisé pour notre travail les méthodes décrites par Neimann-Sørensen et Rendel [28, 29, 30, 39]. L'application de celles-ci suppose une population en équilibre génétique (loi de Hardy-Weinberg). Il y a équilibre génétique constant lorsque, dans une population infiniment grande, les accouplements ont lieu selon le hasard pour les gènes étudiés; aucun génotype n'est avantagé par sélection.

Nous décrivons brièvement ces calculs:

Pour les systèmes A, J, L, M et Z où la réaction sérologique ne différencie que la présence ou l'absence du facteur, nous avons calculé la fréquence relative des gènes par la méthode dite de la «racine carrée».

Soit le système A, avec les possibilités génétiques: AA, Aa, aa
et les possibilités sérologiques: A aa

La fréquence q_a de l'allèle récessif a peut être estimée par:

$$q_a = \sqrt{\frac{(a)}{N}}$$

(a) = nombre d'individus double récessifs (ceux qui ne possèdent pas d'antigènes décelable dans le système en question)

N = nombre total d'animaux

La fréquence q_A de l'allèle A est:

$$q_A = 1 - q_a$$

L'écart de cette estimation est donné par la formule:

$$S_{q_a} = S_{q_A} = \sqrt{\frac{1 - q^2_a}{4\,N}}$$

Dans le système FV, la réaction sérologique indique directement le génotype; il est donc facile de calculer la fréquence relative des gènes. Ce locus se prête très bien au test de l'équilibre génétique (v. ci-dessous).

Soit a, b, c, le nombre d'animaux comptés, possédant respectivement le génotype FF, FV, VV, la fréquence relative du gène F est:

$$q_F = \sqrt{\frac{2a + b}{2N}} = (FF) + \tfrac{1}{2}(FV)$$

Celle du gène V est:

$$q_V = \sqrt{\frac{2c + b}{2N}} = (VV) + \tfrac{1}{2}(FV)$$

N = nombre total d'individus
(FF) = fréquence relative des individus FF
(FV) = fréquence relative des individus FV
(VV) = fréquence relative des individus VV

L'écart de cette estimation se calcule:

$$S_{q_F} = S_{q_V} = \sqrt{\frac{q_F \cdot q_V}{2N}}$$

Pour le système B (les systèmes C et SU sont analogues) le calcul est plus difficile, vu le grand nombre de facteurs et la diversité des phénogroupes. L'étude de filiation nous permet ici de déterminer un certain nombre d'allèles qui ont été réellement transmis aux descendants, ainsi que le nombre de fois où ils l'ont été. Avec ces données nous pouvons déterminer une première fréquence des gènes par division.

Les phénogroupes restants sont distribués entre les allèles trouvés, en tenant compte de la fréquence de ceux-ci et des données fournies par les rapports de parenté.

Soit le phénotype de la mère au système B: $GY_2E_1A'_1D'B'$

Soit l'allèle transmis à la descendance: $GY_2E_1A_1'D'B'$

Couples alléliques possibles chez la mère:

$GY_2E_1A'_1D'B'$ / $GY_2E_1A'_1D'B'$		(x_1)
$GY_2E_1A'_1D'B'$ / b	(allèle récessif)	(x_2)
$GY_2E_1A'_1D'B'$ / G		(x_3)
$GY_2E_1A_1'D'B'$ / A_1'		.
$GY_2E_1A_1'D'B'$ / GA'_1		.

$GY_2E_1A'_1D'B'$ / $GY_2E_1A'_1$.
$GY_2E_1A'_1D'B'$ / $Y_2E_1A'_1D'$.
$GY_2E_1A'_1D'B'$ / Y_2E_1 .
$GY_2E_1A'_1D'B'$ / A'_1B' (x_n)

On calcule ensuite le nombre de gènes de génotype nouveau:

$$G_1 = \frac{x_1}{x_1 + x_2 + x_3 + \ldots + x_n}$$

$$G_2 = \frac{x_2}{x_1 + x_2 + x_3 + \ldots + x_n}$$

$$G_n = \frac{x_n}{x_1 + x_2 + x_3 + \ldots + x_n}$$

$x_1 =$ fréq. rel. du gène 1 · fréq. rel. du gène 1
$x_2 = 2 \cdot$ fréq. rel. du gène 1 · fréq. rel. du gène 2
$x_3 = 2 \cdot$ fréq. rel. du gène 1 · fréq. rel. du gène 3
$x_n = 2 \cdot$ fréq. rel. du gène 1 · fréq. rel. du gène n

G_1, G_2, G_3, ... G_n sont additionnés aux allèles trouvés lors du premier comptage, chacun selon son appartenance, et divisés ensuite par le nombre total d'allèles qui doit être le double du nombre de bêtes analysées. Ceci nous donne une nouvelle fréquence des gènes qui correspond à celle de la deuxième estimation. Si nous redistribuons plusieurs fois (3e, 4e ... estim.) les phénotypes entre les génotypes, en prenant les fréquences obtenues dans la nouvelle estimation, nous nous approchons de plus en plus de la fréquence réelle des gènes au locus considéré.

IV. Résultats

Les méthodes utilisées pour le calcul des fréquences exigent que la population soit en équilibre génétique. Une grande sélection dans l'élevage des reproducteurs, ainsi que la pratique de l'insémination artificielle peuvent compromettre l'équilibre de certains gènes au moins [2].

Nous pensons que ces deux facteurs ne jouent pas un rôle important dans notre étude. D'une part, les taureaux, vu leur caractère belliqueux, ne sont gardés en général qu'une seule année pour la monte naturelle; l'insémination artificielle, d'autre part, n'a débuté qu'en 1965 (tous les parents examinés sont issus de la monte naturelle).

Le locus FV se prête le mieux au contrôle de l'équilibre génétique, puisque la connaissance des génotypes est immédiate. Les résultats de l'étude de ce locus sont donnés dans le tableau 2.

Tableau 2 Analyse du locus FV; contrôle de l'hypothèse de l'équilibre génétique

Génotype des parents	FF	FV	VV
Nombre observé	68	54	10
Nombre théorique	68,38	53,20	10,37

Le nombre théorique est calculé en fonction de la fréquence des gènes.

$FF_{th} = q^2_F \cdot n$ $q_F =$ fréquence du gène F

$FV_{th} = 2\, q_F \cdot q_V \cdot n$ $\quad$ q_V = fréquence du gène V

$VV_{th} = q^2_V \cdot n$ $\quad$ n = nombre total de bêtes

On trouve $\chi^2 = 0{,}03$ (1 d.l.). La différence entre les valeurs observées et théoriques des génotypes du système FV n'est statistiquement pas significative. L'hypothèse de l'équilibre génétique n'est donc pas infirmée au locus FV. Pour les autres systèmes nous admettrons que notre échantillon se trouve aussi en équilibre génétique.

1. Etude des loci A, J, L, M, Z et FV

Nous avons essayé de comparer notre échantillon à une autre population plus grande (372 animaux) par un test d'homogénéité. Cette population est composée de taureaux des Marchés-Concours de Sion, provenant de toute la zone d'expansion de la race. Les résultats sont classés au tableau 3.

Si nous admettons que l'équilibre génétique est réalisé dans cette population ($\chi^2 = 0{,}004$ au locus FV, 1 d.l.), seuls les chiffres obtenus au locus A présentent une différence significative au seuil de 5 p. 100 ($\chi^2 = 4{,}36$, 1 d.l.). Nous aurions donc un excès d'hétérozygotes et d'homozygotes A/A. Ceci semble de moindre importance, étant donné que ce système est en réalité plus complexe: au moins 10 allèles [21, 55] y ont été décrits. Le gène récessif n'existe plus, étant remplacé par de nouvelles combinaisons alléliques. Nous n'avions en plus de l'anti-A que l'anti-Z′ comme réactif dans ce système, et ceci seulement pour une partie du travail. Pour le calcul des fréquences nous n'avons pas tenu compte du facteur Z′. Celui-ci étant toujours associé avec A [53], la fréquence du gène A ne change pas.

Nous avons rencontré 3 fois la présence du facteur Z′ sur 35 parents examinés. La fréquence de l'allèle AZ′ serait de 0,0857, valeur certainement très approximative. Salerno [58] rapporte que ce facteur présente des valeurs relativement hautes chez certaines races à viande indigènes d'Italie par comparaison avec les autres races européennes. Millot trouve une fréquence de 28% environ en race Charolaise pour le facteur Z′ [cit. p. Grosclaude et Millot 13]. Ce facteur aurait une certaine importance pour la classification des races selon leur origine.

En Suisse le facteur Z′ n'a été identifié jusqu'ici que dans la race brune; sa fréquence est de 0,0036 [46]. Il faut noter ici que la race brune et la race d'Hérens sont les deux plus anciennes races de notre pays. Le facteur Z′, rare ou absent dans les races d'origines hollandaise, anglaise et scandinave est plus courant dans les pays du centre et du sud de l'Europe.

2. Locus B

L'un des buts de ce travail fut l'identification des phénogroupes B de la race d'Hérens. Nous avons, pour cela, utilisé les données fournies par certains couples de bovins appelés «conclusive matings» par Neimann-Sørensen [30]. Ceux-ci nous permettent de déterminer quel phénogroupe a été réellement transmis par l'un des parents à son descendant.

Tableau 3 Analyse comparative des loci A, J, L, M, Z et FV dans 2 populations de la race d'Hérens – Test d'homogénéité

Système	Gène	Nombre de bêtes		Fréq. relat. des gènes		χ^2
		I.	II.	I.	II.	1 d.l.
A	A	111	280	0,6011	0,5027	4,359
	–	21	92	0,3989	0,4973	
				± 0,0399	± 0,0225	
J	J	21	87	0,0830	0,1246	3,236
	–	111	285	0,9170	0,8754	
				± 0,0174	± 0,0125	
L	L	66	194	0,2929	0,3082	0,180
	–	66	178	0,7071	0,6918	
				± 0,0308	± 0,0187	
M	M	17	21	0,0666	0,0619	0,054
	–	115	154	0,9334	0,9381	
				± 0,0156	± 0,0177	
Z	Z	104	293	0,5394	0,5392	0,314
	–	28	79	0,4606	0,4608	
				± 0,0386	± 0,0230	
FV	F	FF 68	FF 185	0,7197	0,7056	
	V	FV 54	FV 155	0,2803	0,2944	
		VV 10	VV 32	± 0,0276	± 0,0167	

65 allèles différents ont été reconnus au locus B de la race d'Hérens. Ceux-ci ainsi que leur fréquence relative sont décrits au tableau 4. Les valeurs indiquées représentent les résultats de la troisième estimation. Les différences entre la deuxième et la troisième estimation étaient si minimes que nous avons renoncé à une quatrième estimation.

Il est en outre vraisemblable que certains allèles ne sont pas représentés dans l'échantillon: en effet, il est inévitable que quelques allèles, même relativement fréquents, n'aient pas été observés à cause du nombre de bêtes tout de même restreint dans notre échantillon.

L'allèle négatif avec une fréquence de 0,1561 (15,6%) occupe la première place; il représente le groupe d'allèles ne réagissant avec aucun des réactifs utilisés. Ceci laisse prévoir un nombre encore plus grand d'allèles apparaissant au fur et à mesure des recherches immunologiques.

La distribution des phénogroupes peut se classer ainsi:

a) quelques gènes principaux (3–5), surtout ceux avec le facteur P;
b) des gènes de deuxième importance (8–10);
c) des gènes nombreux (plus de 50) de fréquence faible ou très faible.

Les classes a et b renferment plus de 45% des fréquences totales. La classe c offre une variété très importante qui s'aggrandira certainement encore lorsqu'on aura étudié un nombre plus grand d'animaux. Certains phénogroupes de la classe c semblent résulter, comme en race Charolaise

Tableau 4 Allèles du locus B dans la race d'Hérens

Allèles B	3e estimation	Allèles B	3e estimation
b	0,1561	$OQA'_1E'_3K'$	0,0153
$BGITA'_1$	0,0157	OQE'_2	0,0038
$BGITA'_1D'$	0,0080	$O_1TE'_3I'$	0,0038
BGKIQ	0,0077	$O_1TE'_3K'$	0,0038
$BGKOE'_3I'J'$	0,0038	OY_2D'	0,0041
$BGKQTA'_1D'$	0,0039	$OY_2D'E'_2$	0,0076
$BGKQE'_2O'$	0,0154	$O_3E'_2J'$	0,0120
$BGKA'_1D'$	0,0040	$O_3E'_2J'B'$	0,0039
$BGKE'_2O'$	0,0122	$O_3E'_2J'K'$	0,0077
BGKI'O'	0,0038	O_3K'	0,0040
BGKO'	0,0041	P	0,0337
BGO	0,0175	PQE'_2	0,0154
BIQ	0,0354	PQE'_2I'	0,0828
$BITA'_1D'$	0,0157	$PQE'_2I'J'$	0,0038
$BITA'_1E'_3B'$	0,0076	PE'_2I'	0,0040
BO_1	0,0328	PI'	0,0736
BOY_2D'	0,0044	Q	0,0041
BPY_2E_1	0,0039	QTA'_1D'	0,0078
$BTY_2A'_1D'I'$	0,0076	$QA'_1E'_2O'$	0,0076
$BTY_2E'_2O'$	0,0054	Y_2E_1	0,0085
BTA'_1D'	0,0083	$Y_2E_1A'_1D'$	0,0039
$BTA'_1D'E'_3$	0,0055	$Y_2A'_1D'E'_2$	0,0116
$BTA'_1E'_3$	0,0083	$Y_2E'_3B'O'$	0,0270
BI'	0,0079	Y_2I'	0,0119
G	0,0127	A'_1	0,0134
$GY_2E_1A'_1$	0,0078	A'_1B'	0,0039
$GY_2E_1A'_1D'B'$	0,0423	E'_2	0,0044
GA'_1	0,0120	E'_2O'	0,0044
GI'	0,0050	E'_3	0,0062
GO'	0,0403	E'_3O'	0,0090
IE'_2	0,0055	I'	0,0235
IE'_3	0,0080	O'	0,0341
O	0,0109	Total 65 allèles	

[24], d'une variation s'établissant autour de quelques groupements d'antigènes tels que BGIT..., $BITA'_1$..., BTY_2..., BTA'_1..., OY_2D'..., $O_3E'_2J'$...; ce qui permet en quelque sorte de classer les phénogroupes par «famille».

Mais aussi longtemps que de nouveaux antigènes des hématies bovines apparaissent et que nous n'aurons pas tous les réactifs, la plupart des allèles décrits jusqu'à maintenant ne représentent que des phénogroupes partiels.

Le réactif danois A'_2 illustre ce fait: il nous a permis d'observer de nouvelles dichotomies d'allèles déjà trouvés: $BPY_2E_1A_2'$, $A'_2E'_3$, $BGKQA'_2E'_2O'$, $Y_2A_2'E'_3B'O'$. Comme A'_2 n'a été employé que pour une partie des analyses, nous avons calculé la fréquence de ces allèles sans A'_2.

3. Locus C

Le matériel étudié se prête très mal à la détermination des allèles au locus C. Les antigènes principaux C_2, W, X_2 ont, d'une part, une très grande

fréquence dans la race et d'autre part, l'allèle récessif n'a pas pu être mis en évidence (aucun animal homozygote récessif sur une population de 504 bêtes). Ceci empêche de déterminer à coup sûr un phénogroupe ayant plus de deux facteurs dont C_2 ou W. Les allèles du système C paraissent actuellement moins caractéristiques d'une population que ceux de B [1, 21]. Aussi ont-ils moins retenu notre attention.

4. Locus SU

En nous appuyant sur les données fournies par Stormont et al. [54], nous avons pu déterminer facilement les génotypes du locus SU à partir des phénotypes. En effet, les antigènes S_1 et U_1 ne sont jamais présents sans H', ni transmis sans lui; la réciproque n'étant pas vraie: H' peut constituer un allèle à lui seul. Sa fréquence est d'ailleurs beaucoup plus grande que celle de S_1H' et de $H'U_1$ (v. tabl. 5).

Tableau 5 Analyse du locus SU

Allèles	Fréquences relatives			
	1e estim.	2e estim.	3e estim.	4e estim.
H'	0,5176	0,6586	0,6543	0,6485
$H'U_1$	0,0236	0,0155	0 0154	0 0154
S_1H'	0,1882	0,1279	0,1254	0,1253
U_2	0,1882	0,1221	0,1221	0,1221
U'	0,0647	0,0445	0,0436	0,0433
–	0,0177	0,0314	0,0392	0,0453
Total	1,0000	1,0000	1,0000	0,9999

Nous admettrons qu'en race d'Hérens comme dans les races américaines (54), les phénogroupes S_1U_1, S_1U_2, $H'U_2$, U_1U_2 n'existent pas. Le facteur U' a toujours été transmis individuellement dans notre matériel, jamais en combinaison avec un autre facteur.

L'emploi des anticorps S_1, H', U_1, U_2, U' nous a permis de distinguer 6 allèles au locus SU. Ceux-ci ainsi que leur fréquence relative sont décrits au tableau 5. Les résultats ont été calculés d'après «l'allocation method» de Neimann-Sørensen [30] décrite plus haut.

V. Comparaison avec les autres races suisses

Nous avons comparé la race d'Hérens aux autres races suisses: la race tachetée rouge du Simmental étudiée par E. Müller [27], la race brune et la race tachetée noire de Fribourg décrites par A. Schindler [45, 46]. La batterie des facteurs employés au cours de ces études n'a pas beaucoup changé; ceci facilitera la comparaison. Notons les particularités suivantes:

A'_2, d'origine danoise, n'a été employé que pour une partie des analyses en race d'Hérens. Nous avons comparé les allèles sans tenir compte de ce facteur.

– D_2, aussi d'origine danoise, est identique au facteur Y_2 [58].

– Le facteur B' n'a pas été employé dans les travaux cités plus haut. L'allèle A'_1B' étant présent dans toutes les races suisses, nous avons comparé la somme des fréquences relatives de A'_1 et A'_1B' dans la race d'Hérens aux fréquences de A'_1 dans les autres races.

– Les phénogroupes avec le facteur O' n'ont pas été décrits dans les trois autres races. Cependant Schindler [46] constate que tous les allèles avec BGK... contiennent aussi O' dans la race brune et la race tachetée rouge. Ceci est aussi vrai en race tachetée noire.

Pour les phénogroupes simples dans lesquels O' peut aussi y être associé, nous avons procédé comme avec l'allèle A'_1B'. L'erreur commise ici n'est

Tableau 6 Comparaison des fréquences relatives des allèles B communs à la race d'Hérens et aux autres races suisses [27, 45, 46]

Allèles B	Hé	Si	Br	Fr
b	0,1561	0,2517	0,1770	0,0813
$BGKQE'_2O'$	0,0154	0,0070	0,0036	0,0397
$BGKE'_2O'$	0,0122	0,0413	0,0256	0,1580
BGKO'	0,0041	0,0048	0,0291	0,0090
BGO	0,0175	0,0225	–	0,0049
BIQ	0,0354	0,0068	0,0236	0,0111
BO_1	0,0328	0,0069	0,0138	–
BOY_2D'	0,0044	–	0,0018	0,0408
BPY_2E_1	0,0039	–	–	0,0188
BI'	0,0079	–	0,0502	–
G / GO'	0,0530	–	0,1190	–
GA'_1	0,0120	0,0971	–	0,0482
IE'_2	0,0055	0,0022	–	–
IE'_3	0,0080	0,0203	0,0880	–
O	0,0109	0,0286	–	0,1873
$O_1TE'_3K'$	0,0038	0,0260	0,0054	0,0300
$O_3E'_2J'$	0,0120	0,0366	0,0312	–
P	0,0337	–	–	0,0076
PQE'_2I'	0,0828	–	0,0145	0,0074
PE'_2I'	0,0040	0,0113	–	0,0074
PI'	0,0736	0,0113	0,0036	0,0074
Q	0,0041	0,0600	–	0,0344
$QA'_1E'_2O'$	0,0076	0,0112	–	–
$Y_2A'_1D'E'_2$	0,0116	0,0294	–	–
A'_1 / A'_1B'	0,0173	0,0559	0,0154	0,0221
E'_2 / E'_2O'	0,0088	–	0,0018	–
E'_3 / E'_3O'	0,0152	0,0278	0,0117	–
I'	0,0235	0,0172	0,0078	0,0185
Total	28	21	18	18

Hé = race d'Hérens
Si = race tachetée rouge du Simmental
Br = race brune
Fr = race tachetée noire de Fribourg

certainement pas plus grande que celle qu'on pourrait calculer sur la fréquence de chaque allèle.

La fréquence de l'allèle O′ n'a été calculée qu'en race d'Hérens; celle-ci n'est certainement pas petite, aussi dans les autres races, ce qui a pour conséquence de diminuer la fréquence de l'allèle b.

Le tableau 6 reproduit les allèles B, communs à plusieurs races suisses. Seuls figurent ici les phénogroupes dont les fréquences relatives ont été calculées. En réalité un nombre plus grand d'allèles a pu être comparé si l'on tient compte des nouveaux allèles découverts au cours des contrôles d'ascendance (près de 20000 bêtes analysées).

Or, nous savons que plus le nombre d'allèles communs à deux ou plusieurs races est grand, plus la parenté entre celles-ci est étroite [48]. Cet apport de sang n'est sans doute pas étranger au fait, signalé par Jacky [20], qu'au XIXe siècle «la partie centrale de la plaine du Rhône était devenue le réceptacle des 4 «races» bovines peuplant le canton dont les représentants ... tenaient de toutes par leur conformation et leur pelage».

Cependant les «familles» suivantes avec les facteurs $BGITA'_1$ ..., $BITA'_1$..., BTY_2..., BTA'_1..., OY_2D'... ainsi que les phénogroupes $BGKOE'_3I'J'$, $BGKQTA'_1D'$, $BGKA'_1D'$, $BGKI'O'$, $OQA_1'E'_3K'$, OQE'_2, $O_3E'_2J'B'$, $O_3E'_2J'K'$, O_3K' et $PQE'_2I'J'$ n'ont été identifiés dans aucune autre race suisse jusqu'à ce jour. Certains de ceux-ci n'ont certainement jamais été décrits à l'étranger, mais, vu la difficulté d'établir des homologies sûres entre les allèles décrits par des auteurs différents et souvent avec une liste de réactifs différente, nous n'avons pas dressé de tableau de comparaison.

Nous constatons, d'autre part, une grande différence dans les fréquences de certains phénogroupes, surtout ceux avec le facteur P; celui-ci étant fréquent en race d'Hérens.

La fréquence relative des différents allèles permet une appréciation quantitative de leur présence dans chaque race. Les allèles B les plus fré-

Tableau 7 Allèles B les plus fréquents dans chaque race suisse, sans l'allèle b [27, 45, 46]

Allèles B	Si	Allèles B	Br
OI'	0,1024	G	0,1190
GA'_1	0,0971	$IA'_2E'_3$	0,0880
Q	0,0600	$OTY_2E'_3$	0,0758
A'_1	0,0559	Y_2	0,0648
OE'_2J'	0,0336	$BI'D_4$	0,0502
Allèles B	**Fr**	**Allèles B**	**Hé**
O	0,1873	PQE'_2I'	0,0828
I	0,1104	PI'	0,0736
$BGKE'_2$	0,0999	$GY_2E_1A'D'B'$	0,0423
$BGOY_2$	0,0606	GO'	0,0403
$BGKA'_2E'_2$	0,0502	O'	0,0341

quents dans chaque race sont décrits au tableau 7 -- le cas particulier de l'allèle b étant mis à part. Aucun de ces allèles ne se trouve parmi les premiers dans une autre race. Ceci nous montre que les différentes races suisses présentent aussi entre elles des divergences quantitatives. L'isolement génétique de chaque race est donc évident. Celui-ci s'accentuera encore au fur et à mesure du développement de l'insémination artificielle.

Tableau 8 Fréquences relatives des gènes dans les systèmes A, FV, J, L, M, SU et Z dans les différentes races suisses [27, 45, 46]

Système	Gène	Si	Br	Fr	Hé
A	A	0,5558	0,2337	0,5018	0,5027
	–	0,4442	0,7663	0,4982	0,4973
FV	F	0,8509	0,7651	0,7092	0,7056
	V	0,1491	0,2349	0,2908	0,2944
J	J	0,1066	0,3198	0,1248	0,1246
	–	0,8934	0,6802	0,8752	0,8754
L	L	0,1809	0,1417	0,0472	0,3082
	–	0,8191	0,8583	0,9528	0,6918
M	M	0,0198	0,0107	0,0213	0,0619
	–	0,9802	0,9893	0,9787	0,9381
SU	S_1		0,2011	0,1279	
	S_1U_1			0,0035	
	S_1H'				0,1253
	U_1		0,0036		
	U_2			0,2133	0,1221
	H'		0,4664	0,6142	0,6485
	$H'U_1$				0,0154
	U'		0,0754		0,0433
	–		0,2535	0,0410	0,0453
Z	Z	0,4260	0,3879	0,5035	0,5392
	–	0,5740	0,6121	0,4964	0,4608

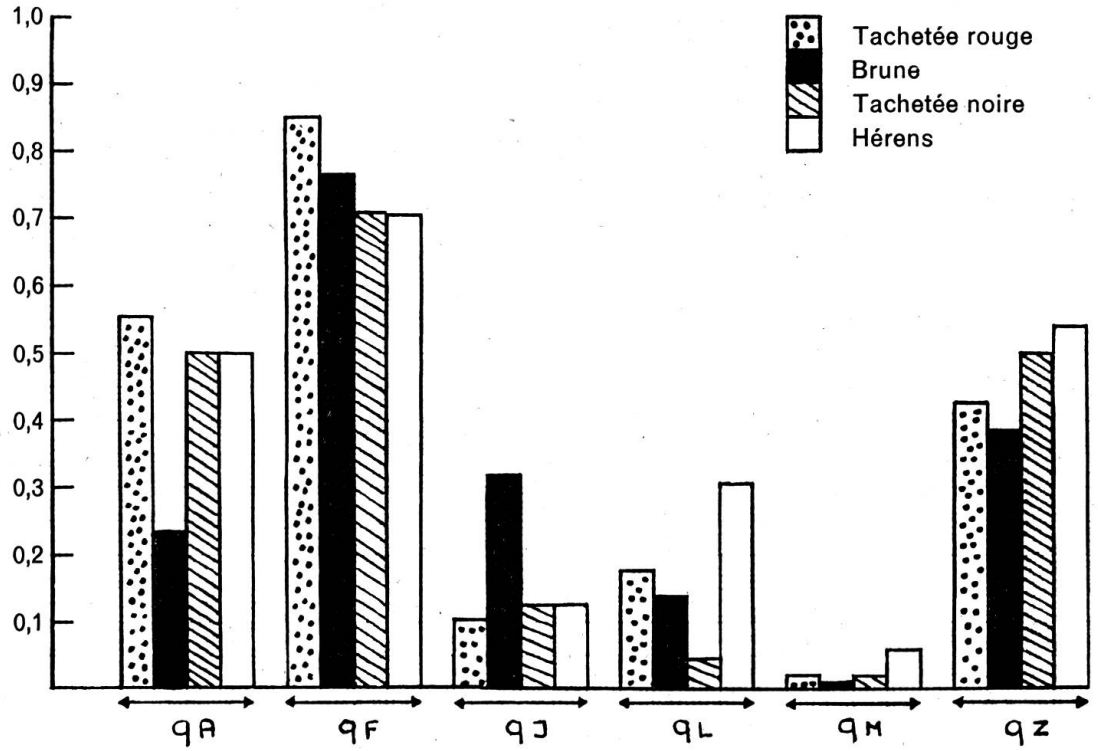
Le tableau 8 nous montre une étude comparative de la fréquence de quelques gènes dans les différentes races suisses. La comparaison n'est que partielle au locus SU: celui-ci n'a pas été étudié dans la race du Simmental et d'autre part, certains phénogroupes ne sont pas les mêmes dans les autres races.

Quelques particularités doivent être soulignées:

- Race brune: faible fréquence de A et de M
  haute fréquence de J
- Race tachetée noire: faible fréquence de L
- Race d'Hérens: très haute fréquence de L et de M.

Il est intéressant de noter ici que les études de Tolle et al. [26, 57] et de Rendel [41] ont montré que les animaux possédant le facteur M ont une quantité totale de lait inférieure aux autres. Rendel, étudiant les femelles Pie-Rouges de Suède, constate que la présence du facteur L a une influence négative sur le taux butyreux. D'autre part, des corrélations ont aussi été trouvées avec certains allèles du locus B. Les travaux de Rendel [40, 41] et

Le graphique ci-dessous illustrera mieux ces chiffres.



de Neimann-Sørensen et Robertson [32] ont montré que l'allèle BO_1YD' était associé à un taux butyreux du lait plus élevé dans les races suédoises et danoises; l'allèle $O_1TE'_3K'$ en race Jersey était associé à un taux plus faible.

Les allèles BO_1Y_2D' et $O_1TE'_3K'$ ont été identifiés en race d'Hérens; leurs fréquences sont cependant très faibles. Le taux butyreux moyen de la race a été pendant la période 1965–1966 de 3,67% avec 2773 kg de lait en moyenne [59]. Il est donc relativement faible.

Ces données appuyeraient en quelque sorte les résultats trouvés plus haut [26, 32, 40, 41, 57]. Toutefois, nous devons interpréter ces chiffres avec prudence, car ceux-ci ont été obtenus dans d'autres races, avec des conditions extérieures (climat, affouragement, etc.) souvent très différentes.

Il serait cependant intéressant d'approfondir le problème; pour cela deux méthodes se présentent à nous:

– Former des groupes de bêtes, avec ou sans ces facteurs, et comparer les résultats des contrôles laitiers.

– Comme aujourd'hui la sélection se fait en fonction du rendement laitier, on pourra aussi suivre l'évolution des fréquences géniques au cours des prochaines années.

VI. Degré d'Homozygotie

La variabilité génétique d'une race peut se caractériser selon Robertson [43] par le «nombre d'allèles utile» (effective number of alleles). Ce nombre

est défini comme l'inverse de la somme des carrés des fréquences alléliques relatives dans le système B.

$$N_a = \frac{1}{\Sigma q^2} = \frac{1}{C_a}$$

q étant une des fréquences alléliques.

Le facteur C_a est une mesure quantitative indiquant la probabilité pour que deux allèles, pris au hasard dans la population, soient identiques. Il est indépendant de la grandeur de la population. Les travaux d'E. Müller et d'A. Schindler [27, 45, 46] nous ont permis de calculer N_a et C_a dans les races brune, tachetée rouge du Simmental et tachetée noire. Le tableau suivant donne ces valeurs ainsi que celles de la race d'Hérens.

Tableau 9 Degré d'homozygotie des différentes races suisses

Race	C_a	N_a
Tachetée rouge du Simmental	0,099	10,2
Brune	0,073	13,5
Tachetée noire de Fribourg	0,081	12,4
Hérens	0,050	20,0

La race d'Hérens, avec un coefficient de parenté de 5%, présente donc une variabilité génétique assez forte; ses possibilités d'évolution par sélection sont encore importantes.

Il sera intéressant de suivre l'évolution de la structure des différentes races et en particulier de la race d'Hérens, car la valeur de C_a a été calculée dans cette dernière à partir d'une population non encore sélectionnée par l'insémination artificielle.

Les relations existant entre certains caractères de productivité et des entités génétiques facilement analysables, le calcul du degré d'homozygotie d'une race sont des exemples qui nous montrent l'importance de l'étude des groupes sanguins et de l'immunogénétique en général dans l'élevage moderne.

VII. Conclusion

Après un bref historique de la race d'Hérens, nous avons décrit les méthodes de calcul de la fréquence des gènes. Les groupes sanguins de 249 bêtes (20 taureaux, 113 vaches et 116 descendants) ont été analysés. 65 allèles ont été identifiés au locus B. Les fréquences géniques ont été calculées dans chaque système (sauf au locus C); les phénogroupes les plus fréquents sont, hormis l'allèle récessif, PQE'_2I', PI', $GY_2E_1A'_1D'B'$.

Comparés aux autres races suisses, les groupes sanguins de la race d'Hérens présentent des divergences autant quantitatives que qualitatives; l'isolement génétique de la race est évident. Les tableaux 6, 7 et 8 donnent les fréquences de différents gènes dans les races suisses.

Le degré d'homozygotie (C_a) a été déterminé pour chaque race. La valeur de C_a en race d'Hérens est de 0,050; ces résultats indiquent une variabilité génétique relativement forte.

Le sondage effectué définit l'état de la population avant la pratique de l'insémination artificielle; des sondages ultérieurs permettront de suivre l'évolution génétique de la race.

Zusammenfassung

Nach einer kurzen, historischen Einleitung über das Eringer Vieh werden die Methoden der Genfrequenzberechnung beschrieben. Die Blutgruppen von 249 Tieren (20 Stiere, 113 Kühe und 116 Nachkommen) sind bestimmt worden. 65 Allele im B-System sind nachgewiesen worden. Es wurden die Genfrequenzen in jedem System (mit Ausnahme vom C-System) berechnet. Die häufigsten Phänogruppen sind, außer des rezessiven Allels, PQE'_2I', PI', $GY_2E_1A'_1D'B'$.

Verglichen mit anderen schweizerischen Rassen zeigen die Blutgruppen des Eringer Viehs sowohl quantitative als auch qualitative Abweichungen. Die genetische Eigenständigkeit dieser Rasse ist sichergestellt. Die Tabellen 6, 7 und 8 geben die Frequenzen von verschiedenen Genen in den schweizerischen Rassen wieder.

Der Grad der Homozygotie (C_a) jeder Rasse ist berechnet worden. Er beträgt für die Eringer Rasse 0,050, was auf eine relativ starke genetische Variabilität hinweist.

Die durchgeführte Studie beschreibt den Zustand der Population vor der Anwendung der künstlichen Besamung. Weitere Sondierungen erlauben uns, die genetische Evolution der Rasse zu verfolgen.

Riassunto

Dopo una breve introduzione storica sul bestiame bovino d'Hérens, sono descritti i metodi di conteggio della frequenza dei geni. I gruppi sanguigni di 249 animali (20 tori, 113 vacche, 116 discendenti) sono stati esaminati. Sono stati trovati 65 alleli nel sistema B. La frequenza dei geni in ogni sistema (eccetto il sistema C) è stata calcolata. I fenogruppi più frequenti sono, oltre all'allele regressivo, PQE'_2I', PI', $GY_2E_1A'_1D'B'$.

Comparati alle altre razze svizzere i gruppi sanguigni del bestiame bovino d'Hérens presentano divergenze quantitative e qualitative. La originarietà di questa razza è sicura. Le tabelle da 6 a 8 dimostrano le frequenze di diversi geni nelle razze svizzere.

Il grado di omozigotia (C_a) di ogni razza è stato calcolato. Per la razza d'Hérens esso è di 0,050, e ciò indica una relativamente forte variabilità genetica.

Lo studio eseguito descrive lo stato della popolazione prima della fecondazione artificiale. Altri sondaggi ci permettono di seguire l'evoluzione genetica della razza.

Summary

After a short historic introduction from the breed of Hérens are described the methods of the estimation of gene frequencies. The blood groups of 249 animals (20 bulls, 113 cows and 116 offsprings) have been determined. 65 alleles have been found in the B system. The gene frequencies have been calculated in each system (excepting the C system). The most common alleles are PQE'_2I', PI', $GY_2E_1A'_1D'B'$.

Compared with other Swiss breeds the blood groups of Hérens shows deviations of the quantity as well as of the quality. The genetic isolation of this breed is evident. The tables 6, 7 and 8 show the frequencies of some genes from the Swiss breeds.

The degree of homozygosity (C_a) is found to be 0,050; these results indicate a large genetic variability.

The study made describes the state of the population before the introduction of the artificial insemination. The further soundings will permit us to pursue the genetic evolution of the population.

Bibliographie

[1] Amourelle R.: Contribution à l'étude des groupes sanguins des animaux domestiques. Imprimerie BOSC Lyon, 78 p. (1964). – [2] Bouw J.: Bloodgroup studies in Dutch cattle breed. Stichting bloedgroeppen onderzoek, Wageningen, 84 p. (1958). – [3] Bouw J.: The genetical composition of the Dutch cattle breeds as determined by the frequencies of bloodgroups. Z. Tierzüchtg. u. Züchtgsbiol. *74*, 248–266 (1960). – [4] Braend M.: Blood groups of cattle in Norway. Serological and genetical studies. Skandinavisk Bladforlag, 144 p. (1959). – [5] Buschmann H.: Blutgruppengenetische Untersuchungen an süddeutschen Rinderrassen. Z. Tierzüchtg. u. Züchtgsbiol. *78*, 12–25 (1962). – [6] Dujarric De La Rivière R. et Eyquem A.: Groupes sanguins des animaux. Groupes sanguins des bovidés. Rev. Méd. Vét. Ec. Alfort *128*, 405–415 (1952). – [7] Dujarric De La Rivière R. et Eyquem A.: Les groupes sanguins chez les animaux. 1 vol. Flammarion, 407 p. (1953). – [8] Erhard L. und Schmid D. O.: Blutgruppenuntersuchungen beim Pinzgauer Rind. Züchtungskunde *36*, 290–294 (1964). – [9] Ferguson L. C., Stormont C. and Irwin M. R.: On additional antigens in the erythrocytes of cattle. J. Immunol. *44*, 147–164 (1942). – [10] Ferguson L. C.: Heritables antigens in the erythrocytes of cattle. J. Immunol. *40*, 213–242 (1941). – [11] Ferguson L. C.: The blood groups of cattle. J. Am. Vet. Med. Ass. *111*, 466–469 (1947). – [12] Forschner E.: Über die Gewinnung wirksamer Testseren bei der Blutgruppenbestimmung des Rindes. Z. Tierzüchtg. und Züchtgsbiol. *64*, 163–174 (1955). – [13] Grosclaude F. et Millot P.: Contribution à l'étude des groupes sanguins de la race bovine Montbéliarde. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys. *2*, 185–208 (1962). – [14] Grosclaude F. et Millot P.: Allèles supplémentaires au locus S de groupes sanguins des bovins. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys. *3*, 119–124 (1963). – [15] Grosclaude F.: Note préliminaire sur un locus supplémentaire de groupes sanguins des bovins, le locus T'. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys. *5*, 403–406 (1965). – [16] Hala K.: Some methods of obtaining antisera against antigenic factors in bovine erythrocytes. Fol. biol. *6*, 127–134 (1960). – [17] Hanset R.: L'analyse des propriétés antigéniques des hématies chez les bovins. Ann. Méd. Vét. 100, 127–142 (1956). – [18] Hanset R.: L'hérédité des facteurs antigéniques cellulaires chez les bovins. Ann. Méd. Vét. 100, 309–324 (1956). – [19] Irwin M. R.: Blood grouping and its utilization in animal breeding. 7e Cong. Intern. Zootech. Madrid, 7–41 (1956). – [20] Jacky Ed.: L'élevage des espèces bovine, chevaline et mulassière en Valais. Stat. agric. cant. Châteauneuf-Sion (1949). – [21] Millot P.: Les groupes sanguins chez les bovins. Transfusion (fr.) *6*, 277–326 (1963). – [22] Millot P.: Applications des études sur les groupes sanguins des animaux. Econom. et Méd. anim. *5*, 286–304 (1965). – [23] Millot P.: Détermination d'iso-antigènes thrombozytaires chez les Bovins. C. R. Acad. Sc. Paris *262*, 1918–1920 (1966). – [24] Millot P.: Les groupes sanguins dans la race bovine Charolaise. Ann. Inst. Pasteur *110*, 171–180 (1966). – [25] Mitscherlich E. und Tolle A.: Grundlagen und praktische Anwendung der Blutgruppenuntersuchung beim Rind. Tierzüchter *3*, 60–61 (1956). – [26] Mitscherlich E., Tolle A. und Walter E.: Untersuchungen über das Bestehen von Beziehungen zwischen Blutgruppenfaktoren und der Milchleistung des Rindes. Z. Tierzüchtg. u. Züchtgsbiol. *72*, 289–301 (1959). – [27] Müller E.: Contribution à l'étude des groupes sanguins de la race tachetée rouge du Simmental. Z. Tierzüchtg. u. Züchtgsbiol. *74*, 89–105 (1960). – [28] Neimann-Sørensen A.: Investigations on the B-blood group alleles in 3 Danish breeds of cattle. Roy. Vet. and Agric. Coll. Yearbook 49–63 (1956). – [29] Neimann-Sørensen A.: Blood groups and breed structure as exemplified by three Danish breeds. Act. Agric. Scand. VI, 115–137 (1956). – [30] Neimann-Sørensen A.: Blood groups of cattle. Immunogenetic studies on Danish cattle breeds. Thèse. Copenhague (1958). – [31] Neimann-Sørensen A.: Blood groups of animals in relation to human blood groups. Act. Haemat. *20*, 225–235 (1958). – [32] Neimann-Sørensen A. and Robertson A.: The association between blood groups and several characteristics in three Danish cattle breeds. Act. Agric. Scand. *11*, 163–196 (1961). – [33] Osterhoff D. R.: The frequency of naturally occurring antibodies in different cattle breeds. Proc. S. Afr. Soc. Anim. Prod. 266–272 (1965). – [34] Owen R. D., Stormont C. and Irwin M. R.: Differences in frequency of cellular antigens in two breeds of dairy cattle. J. Anim. Sc. *3*, 315–321 (1944). – [35] Owen R. D., Stormont C. and Irwin M. R.: An immunogenetic analysis of racial differences in dairy cattle. Genetics *32*, 64–74 (1947). – [36] Owen R. D.,

Stormont C. and Irwin M. R.: Studies on blood groups in the american bison (Buffalo). Evolution XII, 102–110 (1958). – [37] Pilz J.: Blutgruppen des Rindes und ihre praktische Bedeutung für die Rinderzucht. Akademie-Verlag Berlin. 53 p. (1966). – [38] Rendel J., Tolle A. und Neimann-Sørensen A.: Blutgruppenuntersuchungen beim Rind. Z. Tierzüchtg. u. Züchtgsbiol. 70, 21–28 (1957). – [39] Rendel J.: Studies of cattle blood groups. IV. Frequency of blood group genes in Swedish cattle breeds with special reference to breed structure. Act. Agr. Scand. VIII 191–215 (1958). – [40] Rendel J.: A study on relationships between blood groups and production characters in cattle. VI Cong. Int. Rech. Groupes Sang. Anim., Munich, 8–23 (1959). – [41] Rendel J.: Recent studies on relationships between blood groups and production characters in farm animal. Z. Tierzüchtg. u. Züchtgsbiol. *75*, 97–109 (1961). – [42] Rendel J.: Blood grouping and its utilization in animal breeding. 7e Cong. Intern. Zootech. Madrid. 113–124 (1956). – [43] Robertson A.: Blood grouping in dairy cattle improvement. 7e Cong. Intern. Zootech. Madrid. 79–86 (1956). – [44] Schermer S. und Otto E.: Die Blutgruppen des Rindes. Z. f. Immun. u. exp. Ther. *110*, 296–317 (1953). – [45] Schindler A.: Blutgruppenbestimmung bei der Freiburger Schwarzfleckviehrasse sowie einige praktische Anwendungen der Bluttypisierung. Schweiz. Archiv f. Tierheilk. *103*, 9–35 (1961). – [46] Schindler A.: Blutgruppenbestimmungen beim schweizerischen Braunvieh. Schweiz. Archiv f. T'heilkunde *105*, 229–242 (1963). – [47] Schindler A.: Compte rendu au 9e Congrès européen sur les groupes sanguins des Bovidés. 435–436 (1964). – [48] Schmid D. O.: Über Phänogruppen im B-Blutgruppensystem des Rindes und ihre Bedeutung für die Blutgruppenforschung. Monatshefte f. T'heilkunde *14*, 158–170 (1962). – [49] Blutgruppentuntersuchungen beim Murnau-Werdenfelser Rind. Züchtungskunde *35*, 300–304 (1963). – [50] Schmid D. O. und Mančić D.: Blutgruppenstudien beim podolischen Steppenrind aus Jugoslawien. Z. Tierzüchtg. u. Züchtgsbiol. *80*, 216–223 (1964). – [51] Stone W. H.: The relation of human and cattle blood groups. Transfusion (amer.) *2*, 172–177 (1962). – [52] Stormont C.: The F–V and Z systems of bovine blood groups. Genetics *37*, 39–48 (1952). – [53] Stormont C.: Further expansion of the A system of bovine blood groups. Fed. Proc. *20*, 66(1961). – [54] Stormont C., Miller W. J. and Suzuki Y.: The S system of bovine blood groups. Genetics *46*, 541–551 (1961). – [55] Stormont C.: Current status of blood groups in cattle. Ann. N. Y. Acad. Sc. *97*, 251–268 (1962). – [56] Stormont C., Miller W. J. and Suzuki Y.: The convergence of the A–H and D systems of bovine blood groups. 29e Ann. Meet. Genetics Soc. Amer. (1960). – [57] Tolle A.: Grundlagen und Untersuchungsergebnisse von Beziehungen zwischen Blutgruppenfaktoren und Färsenlaktation. Rapport au 6e Cong. Intern. Groupes Sang. Munich 1959. – [58] Report of the 8th Animal Blood Group Conference in Europe. Ljubljana 1962. – [59] Rapport de la Fédération des syndicats d'élevage de la race d'Hérens. Exercice 1967–1968. – [60] Bericht über den VI. internationalen Blutgruppenkongreß in München. 1959,