

ÉTUDE GÉNÉTIQUE DES GROUPES SANGUINS DANS DEUX POPULATIONS AVIAIRES

II. — EFFETS QUANTITATIFS ASSOCIÉS AUX FACTEURS ANTIGÉNIQUES :
SOUCHE M II

A. PERRAMON et P. MÉRAT

avec la collaboration technique de L. DURAND et J.-L. MONVOISIN

*Laboratoire de Génétique factorielle,
Centre national de Recherches zootechniques, I. N. R. A.,
73350 Jouy en Josas*

RÉSUMÉ

Le présent travail a pour objet d'étudier les associations trouvées dans une population de race *Wyandotte blanche* entre des facteurs antigéniques correspondant à trois loci, et des caractères quantitatifs d'intérêt zootechnique.

Alors que le locus « II » paraît neutre dans l'ensemble à l'exception de la mortalité des jeunes, le locus « I » laisse apparaître des différences hautement significatives pour presque tous les caractères, avec supériorité générale des hétérozygotes. Quant au locus « III », un seul allèle y étant identifié, il est plus difficile d'interpréter les différences qui le concernent.

La supériorité des hétérozygotes, et spécialement de certains d'entre eux, au locus I, se manifeste non seulement pour la ponte, soumise à une forte sélection, mais pour le poids (à 8 semaines et adulte) dans les deux sexes, la précocité sexuelle, le poids des œufs, la mortalité à 2 stades juvéniles, la fertilité. Cet avantage des hétérozygotes est toutefois assez limité pour chaque caractère pris isolément.

Des interactions « génotype × année » apparaissent significatives, mais leur importance est relativement restreinte.

INTRODUCTION

Dans un article précédent (PERRAMON et MÉRAT, 1968), nous avons analysé la transmission héréditaire de plusieurs facteurs de groupe sanguin dans une population de race *Wyandotte blanche*. Le présent travail a pour objet d'étudier les associations trouvées dans cette population entre ces facteurs antigéniques et des caractères quantitatifs d'intérêt zootechnique.

Il existe à l'heure actuelle un nombre assez grand de publications concernant de telles associations. Elles ont été passées en revue à diverses reprises (BRILES, 1960, 1963 ; GILMOUR, 1960, 1962 ; RENDEL, 1961 ; NORDSKOG, 1964 ; BOREL, 1964 ; OOSTERLEE, 1965 ; MÉRAT et PERRAMON, 1968). Nous nous contenterons de résumer brièvement les grandes lignes des résultats obtenus, telles qu'elles ont été dégagées en particulier par GILMOUR (1969).

L'indication indirecte d'un avantage associé à des génotypes hétérozygotes a d'abord été fournie par la constatation du maintien systématique du polymorphisme à certains loci de groupes sanguins dans des populations consanguines. Cette indication a, dans certains cas, été vérifiée par l'examen direct des performances.

Dans des populations non consanguines, des différences quantitatives ont souvent été observées entre animaux différant par leur groupe sanguin. Ce sont surtout les loci à nombreux allèles (A, B, C) qui ont été étudiés de ce point de vue. Cependant, d'après GILMOUR, les différences observées varient souvent suivant la génération et le contexte génétique ; par suite, leur utilisation pratique est difficile, sauf dans le cas particulier où, chez des hybrides de lignées consanguines, on note une différence entre deux génotypes hétérozygotes distincts.

MORTON *et al.* (1965) et GILMOUR et MORTON (1970) suggèrent, à partir de considérations théoriques, l'existence de deux types de polymorphismes, s'appliquant en particulier aux groupes sanguins : L'un pour des loci à nombreux allèles avec avantage général des hétérozygotes ; l'autre pour des loci à peu d'allèles, avec seulement un faible avantage de l'état hétérozygote, mais des interactions entre loci.

Nos propres résultats sont rapportés ici.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Quelques caractéristiques de la souche de *Wyandotte* utilisée (« M 11 » de la *Station expérimentale d'Aviculture du Magneraud*) ont été mentionnées dans notre article déjà cité. Nous en rappellerons ce qui est nécessaire à la compréhension des résultats présents. Il s'agit d'une population reproduite depuis 1946 en troupeau pedigree « fermé », le nombre de reproducteurs mâles étant de 10 les premières années, 20 ensuite, 40 à partir de 1967. Certains des mâles utilisés en reproduction à une génération donnée étaient souvent frères, et le taux de consanguinité atteint dans les années étudiées n'est pas négligeable (de l'ordre de 30 à 40 p. 100).

La reproduction s'échelonne sur environ 2 mois au printemps, avec 10 poules par coq, un seul coq étant accouplé aux mêmes femelles durant toute la saison. Les jeunes sont élevés au sol, les femelles transférées en poulaillers de ponte avant la maturité sexuelle. La souche, spécialisée pour la production d'œufs, est sélectionnée sur un « index total » tenant compte de divers caractères : ponte, poids des œufs, poids à 8 semaines et adulte, viabilité, éclosion.

Les années étudiées vont de 1965 à 1968 inclus.

La détermination des groupes sanguins est faite sur les animaux de 8 semaines et refaite sur les reproducteurs pour vérification.

Les systèmes de groupes sanguins considérés ici sont au nombre de trois, décrits antérieurement (PERRAMON et MÉRAT, 1968) :

— Système I avec trois allèles (W^2 W^3 W^5) ; un quatrième allèle (W^1), présent primitivement, ne figurait plus dans les générations étudiées ici.

— Système II avec deux allèles (W^7 W^8).

— Système III avec un allèle identifié (W^6), l'absence de W^6 étant notée W^- .

Les loci correspondant aux systèmes II et III sont liés, avec un taux de recombinaison observé compris entre 9 et 10 p. 100.

Les caractères quantitatifs dont l'association avec les gènes ci-dessus est recherchée comprennent le poids à 8 semaines dans les deux sexes, le poids et la longueur des tarsi des poules à 9 mois d'âge approximativement, l'âge au 1^{er} œuf en jours, l'intensité de ponte (nombre d'œufs rapporté au nombre de jours de contrôle) des poulettes vivantes de l'entrée en ponte au 31 décembre suivant, le poids des œufs, la coloration des coquilles appréciée suivant une échelle de teintes notée de 0 à 10 de 0,5 en 0,5. Le poids des coqs à 9 mois d'âge est également présenté, quoique 30 à 40 p. 100 des coquelets aient été éliminés sur leur poids à 8 semaines, ce qui, sans fausser *a priori* la comparaison entre génotypes, peut écarter les distributions de fréquences de la normalité en les tronquant.

Un test de fertilité et d'éclosion a été fait à l'automne en 1965 et 1966 avec des coqs de la même race en multiplication, durant 5 semaines ; le pourcentage transformé de fertilité ou d'éclosion est enregistré en tant que valeur individuelle pour chaque poule, âgée de 220 jours au début du test.

Pour tous les caractères précédents, à variation continue ou quasi continue, les comparaisons sont faites par la méthode des couples, les membres d'un couple correspondant chacun à l'un des deux génotypes étudiés, et étant frères ou sœurs (et éclos le même jour en ce qui concerne les poids à 8 semaines). L'ensemble des différences par couples est cumulé par année, puis pour le total des années.

Les variances sont également comparées (test F) pour les génotypes pris deux à deux par couples.

Une analyse de variance avec les facteurs « génotypes » (comparés deux à deux) et « années » permet d'estimer en particulier l'interaction entre ces deux causes de variation. Cette analyse, comme il est précisé plus loin, est limitée aux couples de génotypes présentant des différences globales significatives pour certains caractères, c'est-à-dire essentiellement à certains hétérozygotes comparés à d'autres génotypes au locus I.

Les performances des zygotes issus de certains croisements réciproques sont comparées pour déceler d'éventuels « effets maternels », par analyse de variance avec les critères « année » et « croisement », la variable de base étant la moyenne de la descendance d'un père correspondant à un type de croisement donné.

Quant à la mortalité à trois périodes successives de la vie (0-75 jours, 76-154 jours, 155 jours à la mise en reproduction vers 10 mois d'âge), elle a pu être obtenue en 1967 et 1968, par familles de frères-sœurs, sur l'ensemble des deux sexes pour la première période, dans chaque sexe séparément pour les deux dernières (la majorité des coqs ayant été gardés, ces deux années, jusqu'à l'âge adulte comme nous l'avons indiqué plus haut).

Pour fixer les idées, le pourcentage moyen de mortalité, globalement, était voisin de 6 p. 100 de 0 à 75 jours, de 2 et 3 p. 100 respectivement chez les ♀ et les ♂ de 76 à 154 jours, de 13 p. 100 dans les deux sexes à la période adulte.

Nous avons regroupé les familles correspondant au même type de croisement pour un locus donné (par exemple $W^7W^7 \times W^7W^8$) et comparé les taux de mortalité, par période, pour ces différents types par un test de χ^2 .

RÉSULTATS

I. — Caractères à variation continue

Comparaison entre génotypes individuels.

Les tableaux 1 à 4 contiennent, pour le total des années, les diverses comparaisons entre génotypes pour les caractères à variation continue, successivement pour chacun des systèmes étudiés.

Le choix des génotypes à comparer deux à deux ne faisait pas de difficulté pour les loci II et III, où nous avons détaillé toutes les comparaisons possibles, respectivement entre les génotypes $W^7 W^7$ et $W^7 W^8$, $W^7 W^7$ et $W^8 W^8$, $W^7 W^8$ et $W^8 W^8$, et les phénotypes (W^6) et (W^-).

Au locus I, le nombre des comparaisons possibles était élevé, et certaines n'étaient représentées que par de petits effectifs. D'autre part, après examen du résultat de

Différences entre génotypes au locus
(total d

Caractère	Génotypes comparés (— indi								
	22 et 2 —				2 — et —				
	N	Valeurs moyennes		t	N	Valeurs moyennes		t	N
		22	2 —			2 —	—		
Poids 8 sem. ♂ (g)	608	590	605	2,65**	1 889	611	607	1,16	847
Poids 8 sem. ♀ (g)	647	506	522	3,38***	1 807	518	515	1,20	767
Poids 9 mois ♂ (g)	309	2 525	2 580	3,60***	966	2 590	2 580	1,26	467
Poids 9 mois ♀ (g)	684	1 927	1 969	4,35***	1 863	1 963	1 937	4,39***	822
Long. tarse 9 m. ♀ (mm) ..	614	100,4	100,7	1,81	1 693	100,6	100,5	1,39	694
Age au 1 ^{er} œuf (j)	708	184,8	183,0	2,07*	1 890	182,4	183,8	2,46*	838
Intensité de ponte (%)	672	72,3	74,4	2,66**	1 845	74,1	73,6	1,13	811
Poids des œufs (g)	673	53,8	54,3	2,88**	1 837	54,9	54,3	4,73***	812
Color. coquille	748	5,98	6,05	1,18	2 142	6,00	5,82	5,15***	911
Nés/fertiles (%) (1965 et 1966 seulement)	134	72,5	72,5	0,03	343	75,9	73,1	1,92*	211
Éclos/fertiles (%) (1965 et 1966 seulement)	130	65,3	65,8	0,29	326	66,5	64,6	1,60	206

(1)* ** *** désignent respectivement une valeur de *t* significative au seuil 5,1 et 0,1 p. 100.

(2) Pour les caractères adultes, les couples étaient composés de frères ou sœurs non nécessairement éclos le même jour. Pour les caractères juvéniles, les couples étaient composés de frères ou sœurs non nécessairement éclos le même jour pour la ponte étaient celles ayant aussi les œufs pesés, alors que la coloration des coquilles était considérée séparément.

AU I

sur des performances quantitatives
(années)

autre allèle que celui étudié)

33 et 3 -			3 - et ---				55 et 5 -				5 - et ---			
Valeurs moyennes		t	N	Valeurs moyennes		t	N	Valeurs moyennes		t	N	Valeurs moyennes		t
33	3 -			3 -	---			55	5 -			5 -	---	
601	609	1,51	1 658	604	596	2,28*	513	610	609	0,16	1 565	603	603	0,00
512	514	0,70	1 575	516	512	1,58	497	507	508	0,06	1 461	515	513	0,57
2 553	2 577	2,19*	830	2 599	2 574	2,70**	274	2 659	2 631	1,80	769	2 591	2 599	0,85
1 908	1 926	2,02*	1 674	1 950	1 947	0,65	598	1 979	1 964	1,48	1 485	1 956	1 957	0,01
100,0	100,1	0,52	1 542	100,6	100,7	1,10	577	101,2	100,8	2,44*	1 352	100,6	100,5	0,52
83,1	183,9	1,74	1 681	182,8	184,3	2,47*	597	183,6	183,0	0,59	1 509	184,0	182,8	2,02*
71,6	73,5	2,51**	1 652	74,7	73,7	2,04*	596	75,9	74,5	1,78	1 464	73,8	73,5	0,49
53,6	54,2	3,23***	1 651	54,4	54,5	0,96	594	55,0	55,0	0,30	1 457	54,7	54,7	0,10
5,76	5,93	3,08***	1 968	5,87	5,92	1,23	671	5,89	5,92	0,64	1 742	5,92	5,89	1,03
70,8	77,0	3,57***	276	74,6	74,5	0,94	31	78,8	78,5	0,06	275	76,3	74,3	1,23
64,2	65,3	0,69	266	68,3	66,1	1,65	30	68,8	69,0	0,09	264	63,8	67,3	2,38*

ur, contrairement au poids à 8 semaines, d'où l'effectif parfois inférieur pour ce dernier caractère. Les ♀♀ retenues
où les effectifs différents.

TABLEAU 2

Différences entre génotypes au locus I pour des performances quantitatives, détail concernant les génotypes hétérozygotes 23 et 25

Caractères	Génotypes comparés															
	22 et 23			22 et 25			23 et --			25 et --						
	N	Valeurs moyennes		t	N	Valeurs moyennes		t	N	Valeurs moyennes		t				
		22	23			22	25			23	--		25	--		
Poids 8 sem. ♂ (g)	422	589	602	1,98*	186	592	611	1,21	1 095	614	606	1,78	794	608	607	0,15
Poids 8 sem. ♀ (g)	426	509	523	2,51**	221	502	519	2,33*	1 041	522	516	1,62	766	514	513	0,02
Poids 9 mois ♂ (g)	206	2493	2558	3,47***	103	2587	2624	1,37	546	2587	2560	2,55**	420	2594	2608	1,15
Poids 9 mois ♀ (g)	459	1912	1947	3,10***	225	1959	2013	3,17***	1 046	1953	1926	3,54***	817	1970	1952	2,00*
Long tarse 9 m. ♀ (mm)	396	100,1	100,3	0,86	218	100,9	101,4	1,87	907	100,4	100,1	1,64	786	100,9	100,8	0,25
Age au 1 ^{er} œuf (j.)	479	184,5	182,7	1,70	229	185,5	183,8	1,17	1 062	181,8	183,7	2,64**	828	183,2	183,9	0,79
Intensité de ponte (%)	450	72,0	75,0	3,16***	222	72,9	73,2	0,27	1 034	73,7	72,6	1,69	811	74,7	74,9	0,27
Poids des œufs(g)	452	53,5	54,0	2,18*	221	54,3	54,9	1,94	1 029	54,6	53,9	4,10***	808	55,3	54,9	2,51**
Color. coquille	479	5,92	5,98	0,41	269	6,00	6,18	1,90	1 204	5,94	5,82	2,73**	938	6,08	5,83	4,69***

* ** *** désignent respectivement une valeur de t significative au seuil de 5, 1 et 0,1 p. 100.

TABEAU 3
Différences entre génotypes au locus II pour des performances quantitatives
 (total des 4 années)

Caractères	Génotypes comparés											
	77 et 78				77 et 88				78 et 88			
	N		Valeurs moyennes		N		Valeurs moyennes		N		Valeurs moyennes	
	77	78	t	77	78	77	78	t	77	78	t	
Poids 8 sem. ♂ (g)	597	604	0,82	585	594	250	585	594	1 450	597	600	1,01
Poids 8 sem. ♀ (g)	511	518	1,52	497	505	194	497	505	1 394	510	508	0,72
Poids 9 mois ♂ (g)	2 560	2 553	0,49	2 566	2 593	123	2 566	2 593	674	2 606	2 601	0,45
Poids 9 mois ♀ (g)	1 927	1 943	1,83	1 923	1 933	263	1 923	1 933	1 436	1 946	1 949	0,44
Long. tarse 9 mois ♀ (mm)	100,3	100,5	1,06	100,5	100,2	238	100,5	100,2	1 298	100,6	100,4	1,19
Age au 1er œuf (jours)	183,2	183,7	0,54	185,2	183,6	271	185,2	183,6	1 452	183,7	183,8	0,03
Intensité de ponte (%)	73,6	73,5	0,17	73,8	75,2	258	73,8	75,2	1 443	73,7	74,6	1,62
Poids des œufs (g)	54,2	54,2	1,39	53,6	54,1	261	53,6	54,1	1 410	54,2	54,3	0,90
Coloration coquille	5,89	5,90	0,13	6,18	6,09	272	6,18	6,09	1 478	5,99	6,00	0,13
Nés/fertiles % (1965 et 1966 seulement)	75,6	75,2	0,10	77,9	78,4	49	77,9	78,4	221	75,0	75,5	0,15
Nés/incubés % (1965 et 1966 seulement)	67,3	67,0	0,18	69,1	63,7	49	69,1	63,7	212	66,8	65,8	0,47

toutes ces comparaisons, il est apparu qu'à ce locus, les seules différences significatives concernaient une supériorité des génotypes hétérozygotes, $W^2 W^3$ et $W^2 W^5$ en particulier. Aucune différence appréciable n'était évidente dans les comparaisons entre génotypes homozygotes.

Pour ces raisons, nous avons opéré des regroupements pour ce locus, et présentons au tableau 1, pour chaque allèle séparément, une comparaison de l'homozygote pour cet allèle aux hétérozygotes qui le possèdent, puis de ces hétérozygotes aux génotypes, quels qu'ils soient, dont ce même allèle est absent (¹).

En complément, des comparaisons plus détaillées figurent au tableau 2. pour les génotypes hétérozygotes $W^2 W^3$ et $W^2 W^5$, qui manifestent dans l'ensemble la supériorité la plus marquée, en particulier vis-à-vis de l'homozygote $W^2 W^2$.

Les tableaux 3 et 4 contiennent respectivement les résultats relatifs au locus II et au locus III.

TABLEAU 4

*Différences entre génotypes correspondant au locus III
pour des performances quantitatives
(total des 4 années)*

Caractères	Phénotypes comparés :			
	N	Valeurs moyennes		t
		[6]	[-]	
Poids 8 sem. ♂ (g)	1 235	586,	581	1,06
Poids 8 sem. ♀ (g)	1 113	502	500	0,62
Poids 9 mois ♂ (g)	616	2 599	2 607	0,75
Poids 9 mois ♀ (g)	1 757	1 957	1 954	0,43
Long. tarse 9 mois ♀ (mm)	1 757	100,6	100,5	0,40
Age au 1 ^{er} œuf (jours)	1 757	182,0	183,5	2,65**
Intensité de ponte (%)	1 757	75,1	76,2	2,39*
Poids des œufs (g)	1 757	54,7	54,6	0,91
Color. coquille	1 788	6,04	6,11	1,92

* ** désignent respectivement une valeur de t significative au seuil 5 et 1 p. 100.

Pour les variances, aucune différence significative n'a été trouvée dans l'ensemble des comparaisons faites entre les génotypes figurant aux tableaux précédents; nous n'en donnons pas le détail. Les données suggèrent seulement qu'au locus II le génotype $W^8 W^8$ pourrait être moins variable que les deux autres ($W^7 W^7$ et $W^7 W^8$) pour l'intensité de ponte, et, au locus I, le génotype $W^2 W^2$ un peu plus variable pour la coloration de la coquille.

(¹) Dans les tableaux, et par la suite dans le texte, nous indiquons les allèles par leur numéro d'ordre sans la lettre W, pour alléger la notation.

2. — Caractères à variation discontinue : mortalité

Le tableau 5 montre, par année et au total (années groupées), les cas où une hétérogénéité significative du taux de mortalité se manifeste, d'après la valeur du χ^2 de contingence entre types de croisement. Comme dans le cas des caractères quanti-

TABLEAU 5

Valeurs du χ^2 de contingence « entre types de croisements » relatifs aux 3 loci de groupe sanguin pour le taux de mortalité à trois âges successifs, en 1967 et 1968

Croisements comparés	Nombre de degrés de liberté		Période de mortalité et sexe				
	♀ ou Jeunes	♂	jeunes 0-75 j	♀ 76-154 j	♀ adultes	♂ 76-154 j	♂ adultes
Allèles 7 et 8 :							
1967	5	5	4,71	4,36	11,34*	7,82	7,09
1968	5	5	10,64	23,86***	7,22	4,65	4,43
Total	5	5	5,32	11,71*	5,49	5,72	3,21
Présence/Absence de 6 :							
1967	2	2	11,50**	0,56	1,04	4,20	3,08
1968	2	2	7,49*	0,70	9,21**	4,23	1,14
Total	2	2	14,95**	0,43	5,72	0,15	3,24
Présence/Absence de 2 :							
1967	5	4	19,60**	5,91	12,72**	7,41	6,32
1968	2	2	11,86**	2,82	0,91	3,15	0,12
Total	5	4	31,33***	6,31	5,13	10,32	4,40
Présence/Absence de 3 :							
1967	2	2	5,70	2,02	0,88	1,79	1,58
1968	5	4	10,10	5,50	23,04***	19,36**	5,44
Total	5	4	4,46	7,10	37,26***	13,99*	6,27
Présence/Absence de 5 :							
1967	5	4	15,28**	11,84*	5,02	2,63	3,56
1968	5	4	14,37**	6,16	3,74	8,61	3,46
Total	5	4	24,09***	11,33*	6,05	2,36	2,70

* Significatif au seuil 5 p. 100.
 ** Significatif au seuil 1 p. 100.
 *** Significatif au seuil 0,1 p. 100.

tatifs, tous les types possibles étaient détaillés pour le locus II ; pour le locus III, les parents étaient seulement distingués par leur phénotype (« 6 » ou « 0 ») ; au locus I, ils étaient différenciés par la présence ou l'absence de chaque allèle considéré séparément.

Les différences maximales observées entre génotypes pour ce taux vont de moins

de 2 à plus de 6 p. 100 pour la première période (0-75 jours), de moins de 1 à près de 3 p. 100 dans chaque sexe pour la deuxième, de 2 à plus de 10 p. 100 et de 3 à 5 p. 100 respectivement chez les ♀♀ et les ♂♂ pour la troisième période.

A une exception près, il n'apparaît pas d'hétérogénéité chez les ♂♂ après 75 jours d'âge. Chez les ♀♀, tant pour le locus II que pour le locus I, la mortalité aux deux premiers stades est toujours inférieure à la moyenne générale et est souvent la plus faible pour la descendance du croisement ne donnant que des hétérozygotes (par exemple 77×88 ou $22 \times --$). Il en est de même de la mortalité au stade adulte, sauf une exception. D'autre part, au locus II, la mortalité juvénile (après 75 jours) dans les deux sexes est la plus grande pour les croisements donnant des homozygotes 88. Au locus I, la mortalité « poussins » est la plus élevée pour les croisements ne donnant que des homozygotes (22, 33 ou 55) ; la tendance n'est plus aussi évidente aux stades ultérieurs. Il en est de même, pour le locus III, des croisements (6) \times (6), qui donnent, en tout ou partie, des homozygotes 66.

Ce qui précède est valable pour chacune des deux années étudiées. Quelques autres différences entre croisements particuliers, exprimées dans une seule année, n'ont pas une signification claire. D'autre part, il n'a pas été possible de détailler de façon générale les différences entre croisements réciproques, mais, au total, ces résultats suggèrent d'attribuer principalement aux génotypes des zygotés les différences constatées.

Comparaison entre croisements réciproques.

Sur les années 1967 et 1968, les plus nombreuses, nous avons comparé les performances des croisements réciproques tels que ♂ 22 \times ♀ 23 et ♂ 23 \times ♀ 22, pour déceler d'éventuels « effets maternels » ou parentaux associés à certains gènes de groupe sanguin. Aucun résultat significatif n'a été obtenu, pour aucun caractère, concernant les loci II et III. Au locus I, des regroupements montrent qu'il en est de même pour les comparaisons incluant la présence ou l'absence des allèles 2 et 3 (par exemple croisement ♂ 22 \times ♀ 2 – comparé au réciproque, – représentant toujours l'absence de l'allèle en cause).

Par contre, le génotype 55 chez la mère paraît associé, d'une façon générale, à une réduction légère mais constante de la croissance chez les filles. Cette réduction, pour le poids à 8 semaines, est au total de 15 g en 1967 et 22 g en 1968 ($P < 0,05$) ; pour le poids à 9 mois, elle est de 84 g en 1968 ($P < 0,01$), mais la différence est de sens contraire (30 g) et non significative en 1967. La même tendance se retrouve, dans le détail, pour les divers croisements réciproques comparés incluant une mère 55.

Ces résultats suggèrent la possibilité d'un effet maternel associé à la présence de l'allèle 5 à l'état homozygote chez la mère. Ils ne sont pas explicables par un effet du poids de l'œuf, ce dernier, comme l'indique le tableau 1, ne différant pas pour les poules 55 et celles des autres génotypes.

Interactions génotype \times année.

Sur l'ensemble des quatre années (1965, 66, 67 et 68), nous avons, à titre de sondage, testé l'interaction génotype \times année dans les 42 cas où une comparaison entre génotypes, pour un caractère quantitatif donné, s'était révélée significative au-delà du seuil 5 p. 100. Parmi ces 42 cas, 8 (soit 19 p. 100) donnent un rapport F

de la variance interaction à la variance résiduelle significatif au seuil 5 p. 100, deux de ces 8 rapports étant significatifs à 1 p. 100 et un au seuil 1 p. 1000.

Ces 8 cas concernent le poids adulte des ♀♀ (comparaison 22/23 et 33/3-) le poids des œufs (23/-- et 33/3-), l'âge au 1^o œuf (2-/-- et 3-/--) et l'intensité de ponte 22/23 et 3-/--).

Comme le nombre théorique de valeurs F significatives au seuil 5 p. 100 du seul fait du hasard serait voisin de 2, on peut en conclure à l'existence d'interactions génotype × année.

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

1^o Un premier trait saillant de nos résultats est le contraste entre loci, pour l'existence d'associations avec des caractères quantitatifs. Alors que le locus II paraît « neutre » pour l'ensemble des caractères étudiés ici (à l'exception de la mortalité des jeunes) et dans les limites de sensibilité des tests utilisés, le locus I laisse apparaître des différences hautement significatives pour presque tous les caractères avec supériorité générale des hétérozygotes (23 surtout).

Quant au locus III, il est plus difficile de tirer une conclusion le concernant, un seul allèle y étant identifié pour l'instant. Cependant, avec une différence entre phénotypes pour l'âge au premier œuf et l'intensité de ponte, il n'apparaît pas « neutre », sans que l'on puisse dire s'il s'agit, pour ces caractères, d'une supériorité de génotypes hétérozygotes, ou d'un allèle par rapport aux autres.

2^o Au locus I, nous avons déjà indiqué que la supériorité des hétérozygotes apparaît surtout pour certains d'entre eux. Cette supériorité se manifeste à peu près partout : non seulement pour la ponte qui est le principal trait soumis à sélection dans cette lignée, mais pour le poids (à 8 semaines ou adulte) dans les deux sexes, la maturité sexuelle, le poids des œufs, la coloration des coquilles, peut-être liée à leur épaisseur, enfin pour la mortalité à plusieurs stades juvéniles. La fertilité en croisement est également concernée. Seuls font exception apparente la longueur des tarsi (absence de différences significatives explicable par la précision limitée de la mesure, mais tendance analogue) et le taux d'éclosion en croisement, à une exception près. Il est vrai que cette dernière comparaison doit refléter en majeure partie le génotype des embryons F₁, alors que les génotypes comparés pour les autres caractères sont ceux de la souche parentale.

La différence significative trouvée entre croisements réciproques, correspondant probablement à un effet maternel légèrement défavorable associé à l'état homozygote pour l'allèle 5, peut également rentrer dans ce cadre.

Cet avantage des hétérozygotes est assez limité pour chaque caractère pris isolément : De l'ordre de 15 g pour le poids à 8 semaines 25 à 50 g pour le poids à 9 mois, 1 à 3 jours pour la précocité sexuelle, 0,5 à 3 p. 100 pour l'intensité de ponte, 0,5 g pour le poids des œufs, mais plusieurs unités de pourcentage pour la mortalité. Au total, ces résultats pourraient s'accorder avec le modèle théorique de MORTON *et al.* (1965) ou GILMOUR et MORTON (1970) concernant un polymorphisme pour des loci avec peu d'allèles, où l'avantage hétérozygote global est supposé faible. De fait, le polymorphisme de la souche étudiée ici, d'un taux de consanguinité appréciable

et sélectionnée en troupeau fermé depuis une vingtaine de générations, peut être de nature non transitoire. Dans cette même perspective peuvent être envisagées les interactions « génotype \times année » significatives, mais leur importance est relativement restreinte ; les différences entre génotypes hétérozygotes et homozygotes ne semblent pas varier excessivement d'une année à l'autre pour les caractères envisagés ici.

Reçu pour publication en mai 1972.

SUMMARY

GENETICAL STUDY OF BLOOD GROUPS IN TWO AVIAN POPULATIONS

II. — QUANTITATIVE EFFECTS ASSOCIATED TO ANTIGENIC FACTORS :

M II STRAIN

The present work aims at studying the associations found in a population of the *White Wyandotte* breed between antigenic factors corresponding to three loci and quantitative traits of economical interest.

Locus « II » appears neutral on the whole with the exception of chick mortality ; locus « I » shows highly significant differences for almost all traits, with an overall superiority of heterozygotes. For locus « III », where only one allele is identified, it is more difficult to interpret the differences related to it.

The superiority of heterozygotes, and especially of some of them, at locus I, is manifest not only for egg production, which is submitted to an intense selection, but for 8-week and adult weight in both sexes, for sexual maturity, egg weight, mortality at two juvenile stages, and fertility. This heterozygote advantage is however limited for each trait considered separately.

Some « genotype \times year » interactions are significant, but their importance is relatively minor.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOREL F., 1964. *Recherches immunogénétiques sur des substances spécifiques de groupes chez la poule et sur leur utilisation comme marqueurs de gènes dans l'élevage.* Thèse, Zurich.
- BRILES W. E., 1960. Blood groups in chickens, their nature and utilization. *World's Poultry Sci. J.* **16**, 223-242.
- BRILES W. E., 1963. Current status of blood groups in domestic birds. *Zeit. Tierz. Zucht.-Biol.* **79**, 371-391.
- GILMOUR D. G., 1960. Blood groups in chickens. *Brit. Poultry Sci.* **1**, 75-100.
- GILMOUR D. G., 1962. Current status of blood groups in chickens. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* **97**, 166-172.
- GILMOUR D. G., 1969. Blood group research in chickens. *Agric. Sci. Rev.* **7**, 13-22.
- GILMOUR D. G., MORTON J. R., 1970. Association of genetic polymorphisms with embryonic mortality in the chicken. II. The B blood-group system and the pure and crossbred progeny of two populations. *Genet. Res.*, **15**, 265-284.
- MÉRAT P., PERRAMON A., 1968. Groupes sanguins et productivité chez les volailles. *World Rev. anim. Prod.*, **5**, 84-89.
- MORTON J. R., GILMOUR D. G., MC DERMID E. M., OGDEN A. L., 1965. Association of blood group and protein polymorphisms with embryonic mortality in chicken. *Genetics*, **51**, 97-107.
- NORDSKOG A. W., 1964. Poultry immunogenetics. *World Poultry Sci. J.*, **20**, 183-192.
- OOSTERLEE C. C., 1965. Some aspects of studies on the relationships between blood groups and economic characters in farm animals. *World Rev. anim. prod.*, **2**, 21-26.
- PERRAMON A., MÉRAT P., 1968. Étude génétique des groupes sanguins dans deux populations aviaires. I. Transmission héréditaire des facteurs antigéniques. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **8**, 485-500.
- RENDEL J., 1961. Recent studies on relationships between blood group and production characters in farm animals. *Zeit. Tierz. Zucht Biol.*, **75**, 97-109.