

GÈNE *Hi* ET PRODUCTION D'ŒUFS CHEZ LA POULE : INTENSITÉ DE PONTE ET « PAUSES »

P. MÉRAT et L. DURAND

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

RÉSUMÉ

Des données complémentaires sont présentées concernant des effets associés au gène *Hi* dans trois populations expérimentales. Dans la souche « Jouy » (C.N.R.Z.) et les souches « L22 » et « M55 » (C.R.V.Z.), l'avantage associé au génotype *Hih* par rapport aux deux homozygotes pour le nombre d'œufs pondus est confirmé. Dans les deux dernières populations, les données obtenues sur le poids des œufs à 60 semaines d'âge montrent que ce dernier est le plus faible, au contraire, pour le génotype hétérozygote. D'autre part, une décomposition de la ponte en « intensité » et « pauses » réalisée dans la souche « Jouy » montre que l'avantage associée au génotype *Hih* réside, au moins principalement, en une réduction du nombre de jours de « pauses ».

INTRODUCTION

Nous avons antérieurement (DURAND et MÉRAT, 1971 ; MÉRAT et DURAND, 1973) montré l'existence, dans trois populations expérimentales, d'une association entre le génotype au locus *Hi* (1) (SCHEINBERG et RECKEL, 1961) et la production d'œufs, le génotype hétérozygote *Hih* étant supérieur aux deux homozygotes. Les résultats présents sont particulièrement destinés à analyser l'effet des génotypes à ce locus sur l'intensité de la ponte et sur les « pauses ».

MATÉRIEL, ET MÉTHODES

1. — Population « Jouy »

La population étudiée à Jouy a été décrite dans une publication précédente (DURAND et MÉRAT, 1971) ainsi que ses conditions d'élevage et le mode d'identification des génotypes au locus *Hi*. Rappelons qu'il s'agit d'un locus à deux allèles connus, *Hi* et *hi*, l'allèle dominant permettant

(1) On peut proposer de désigner ce locus par « Système de groupe sanguin *Hi* ».

l'agglutination des hématies des poules en ponte en présence de certains extraits végétaux (SCHEINBERG et RECKEL, 1961).

La période de ponte considérée ici va du premier œuf à la date du 31-12 suivant, correspondant à un âge de 9 à 10 mois, les poules étant écloses en février-mars. Le pourcentage « global » de ponte pendant cette période est égal au rapport du nombre d'œufs pondus au nombre de jours de contrôle. Un second pourcentage est obtenu en divisant le nombre d'œufs par le nombre de jours après déduction du nombre total de jours de « pauses ». Ce dernier est le troisième caractère étudié ; sont considérés comme « pauses » les arrêts de ponte de plus de 2 jours consécutifs. Nous les exprimons en valeur absolue (jours) puis en pourcentage du nombre total de jours de contrôle.

Deux séries de comparaisons sont faites entre génotypes au locus *Hi*. D'une part des poules *Hih* sont comparées à leurs sœurs *hii* par la méthode des couples. Les résultats sont totalisés sur les années 1969 à 1973 inclus où la ponte était enregistrée en cages individuelles (les années antérieures, les poules étaient élevées au sol et contrôlées au nid-trappe, ce qui n'offrait pas les mêmes garanties quant à l'enregistrement des « pauses »).

Les mêmes années, la comparaison entre génotypes *HiHi* et *Hih* n'est pas faite directement, des tests de descendance n'ayant pu être réalisés en nombres suffisants. De même que dans un travail précédent (MÉRAT et DURAND, 1973) il lui est substitué une comparaison de la moyenne des filles de phénotype « *Hi* » (génotype *HiHi* ou *Hih*) issues de familles contenant une proportion théorique différente de ces génotypes.

TABLEAU I

Génotypes au locus Hi : Relation avec l'intensité de ponte et les « pauses »
(Population « Jouy », données groupées, 1969 à 1973 inclus)

Genotypes at locus Hi : Relation with laying intensity and « pauses »
(Population « Jouy », pooled data, 1969-1973)

Comparaison (Comparison)	Effectif (Number)	Pourcentage de ponte (global) (Laying percentage total)	Pourcentage de ponte pauses déduites (Laying percentage pauses deduced)	Total des pauses (jours) (Total « pause » days)	Pauses (Pauses (%))
I. <i>Hih</i> et <i>hii</i>					
Couples de sœurs (Pairs of full sisters)					
<i>Hih</i>	267	66,2	72,9	13,5	11,6
<i>hii</i>	267	62,3	72,2	20,9	14,4
		$t = 3,71^{***}$	$t = 1,12$	$t = 4,51^{***}$	$t = 2,29^*$
II. <i>HiHi</i> et <i>Hih</i>					
Familles à proportion théorique différente des deux génotypes (Families with different expected proportion of the 2 genotypes)					
a) <i>Hih</i> × <i>HiHi</i> (33 % <i>HiHi</i>)	336 (57 mères)	63,0	72,5	20,4	13,1
<i>hii</i> × <i>HiHi</i> (0 % <i>HiHi</i>)	75 (18 mères)	67,9	74,8	13,6	9,3
b) <i>Hih</i> × <i>HiHi</i> (50 % <i>HiHi</i>)	142 (15 mères)	62,4	72,1	25,4	13,4
<i>Hih</i> × <i>Hih</i> (33 % <i>HiHi</i>)	336 (57 mères)	63,0	72,5	20,4	13,1

2. — Populations « L22 » et « M55 »

Des résultats antérieurs (MÉRAT et DURAND, 1973) portaient sur une génération de chacune des deux populations expérimentales « L22 » et « M55 » de la *Station de Recherches avicoles de Nouzilly*. Les résultats présents concernent la génération née en 1973. Les génotypes au locus *Hi* sont comparés pour les caractères suivants : âge au 1^{er} œuf, nombre d'œufs pondus respectivement jusqu'aux âges approximatifs de 30, 40 et 50 semaines, poids moyen des œufs à 30 et 50 semaines.

Comme pour la population « Jouy », une comparaison entre *Hih*i et *h*ih*i* est faite sur des couples de sœurs. En ce qui concerne les génotypes *HiHi* et *Hih*i, une indication sur leur valeur respective est donnée par la valeur moyenne comparée des filles de phénotype (*Hi*) dans les familles ayant ou n'ayant pas de filles *h*ih*i*.

RÉSULTATS

1. — Population « Jouy »

Le tableau 1 résume les deux séries de comparaisons mentionnées ci-dessus et, pour la seconde, précise les types de croisement utilisés.

Le tableau 2 présente les analyses de variance correspondant à la seconde partie du tableau 1 faites sur les moyennes familiales (pères) avec les facteurs contrôlés « type de croisement » et « année », compte tenu des effectifs inégaux (SNEDECOR et COCHRAN, 1969).

TABLEAU 2

*Génotypes HiHi et Hih*i, intensité de ponte et pauses :
analyses de variance dans la population « Jouy »

*HiHi and Hih*i genotypes, laying intensity and pauses :
variance analysis in the « Jouy » population

Source de variation (Source of variation)	Degrés de liberté (Degrees of freedom)	Valeur de F et signification		
		Intensité de ponte (globale) (Laying intensity total)	Intensité de ponte pauses déduites (Laying intensity deducing pauses)	Pauses (jours) (Pauses (days))
Comparaison I : croisements <i>Hih</i> i × <i>Hih</i> i et <i>h</i> ih <i>i</i> × <i>Hih</i> i (Comparison I : crosses <i>Hih</i> i × <i>Hih</i> i and <i>h</i> ih <i>i</i> × <i>Hih</i> i)				
Croisement (Cross)	1	2,23	1,08	1,90
Année (Years)	3	2,06	6,84**	2,15
Interaction (Interaction) ...	3	0,20	0,43	0,40
Résiduelle (Residual)	67	—	—	—
Comparaison II : croisements <i>Hih</i> i × <i>HiHi</i> et <i>Hih</i> i × <i>Hih</i> i (Comparison II : crosses <i>Hih</i> i × <i>HiHi</i> and <i>Hih</i> i × <i>Hih</i> i)				
Croisement	1	0,03	0,04	0,60
Année	3	4,11*	8,95**	5,13**
Interaction	3	0,40	0,23	0,59
Résiduelle	64	—	—	—

2. — Populations « L22 » et « M55 »

Les résultats sur ces populations figurent au tableau 3.

DISCUSSION

1. — Population « Jouy »

La première partie du tableau 1 appelle plusieurs remarques. L'avantage associé au génotype *Hihi* par rapport au récessif *hihi* pour le pourcentage global de ponte, d'importance appréciable (environ 6 p. 100 de la moyenne des génotypes) concorde avec la différence trouvée pour le nombre d'œufs sur des années antérieures et une partie de celles utilisées ici (DURAND et MÉRAT, 1971). Cet avantage provient surtout d'une réduction du total des « pauses » (exprimées en jours ou en p. 100) pour l'hétérozygote ⁽¹⁾ et concerne peu ou pas le pourcentage de ponte après déduction des « pauses » variable étroitement liée à la longueur moyenne des séries de ponte. La variance du nombre de jours de pause est d'ailleurs plus grande pour les poules *hihi* que pour leurs sœurs *Hihi* ($F = 1,46$, $P < 0,01$), de même que celle du pourcentage global de ponte ($F = 1,88$, $P < 0,01$).

La seconde partie du tableau 1 fait apparaître des différences analogues entre les génotypes *HiHi* et *Hihi*. Quoiqu'il n'apparaisse pas de différence significative liée au croisement (tabl. 2), le sens de ces différences paraît suggestif : le pourcentage global de ponte est supérieur pour les hétérozygotes, ce qui s'accorde avec les résultats concernant le nombre d'œufs (MÉRAT et DURAND, 1973). Cette supériorité paraît résider davantage dans un plus faible nombre de jours de « pauses » que dans le pourcentage de ponte après déduction des pauses. Par extrapolation à une proportion de 100 p. 100 du génotype *HiHi*, on obtiendrait pour ce génotype un nombre moyen de jours de pauses estimé de plus de 30 jours (ou environ 20 p. 100), le pourcentage global de ponte étant par ailleurs voisin de 56 p. 100 contre 68 p. 100 pour l'hétérozygote alors que la différence estimée du taux de ponte après déduction des pauses est moins importante (environ 70 contre 75 p. 100).

On peut suggérer un rapprochement entre la durée des « pauses » et la variance de l'âge au 1^{er} œuf, plus faible pour les poules *Hihi*, (MÉRAT et DURAND, 1973) ce qui reflète une proportion plus faible d'entrées en ponte tardives causant une dissymétrie des distributions (données non publiées). Il paraît tentant d'assimiler ces entrées en ponte « retardées » à des « pauses » précoces.

2. — Population L22 et M55

Dans les données présentes relatives à ces populations, la différence du nombre d'œufs pondus entre génotypes *Hihi* et *hihi* (tabl. 3) est partout de même sens et concorde avec les résultats précédents (MÉRAT et DURAND, 1973) quoiqu'elle ne soit

⁽¹⁾ La conclusion n'est pas essentiellement modifiée par une inégalité modérée de la variance à l'intérieur des deux génotypes, et par la dissymétrie des distributions.

significative au seuil 5 p. 100 que dans les deux dernières périodes pour la population « M55 ». L'âge au 1^{er} œuf est légèrement plus élevé, mais non significativement, dans les deux populations, pour le génotype *hihi*, mais il est significativement plus variable ($F = 2,26$ et $2,88$ respectivement dans les deux populations, $P < 0,01$). Une variance un peu plus grande se retrouve également pour le nombre d'œufs, mais la différence n'est significative que dans les périodes 1 et 2 pour la population « M55 » et pour la période 2 dans la population « L22 ». Enfin, le poids des œufs vers le pic de ponte (30 semaines) ne diffère pas entre génotypes, comme précédemment (DURAND et MÉRAT, 1971 ; MÉRAT et DURAND, 1973) mais une indication non encore obtenue concerne le poids des œufs à la 50^e semaine d'âge : ce dernier est supérieur pour le génotype *hihi*, la différence étant significative dans la souche « L22 ».

La seconde partie du tableau 3 (comparaison des génotypes *HiHi* et *Hihi*) montre des tendances analogues à celles observées pour la population « Jouy » quoiqu'elle ne conduise pas à une estimation précise de la valeur moyenne du génotype *HiHi*, étant basée seulement sur les moyennes des familles comprenant ou non des poules *hihi*. Une analyse de variance par caractère et par population, avec les facteurs contrôlés « type de croisement » et « famille de père » (non présentée ici) ne laisse pas apparaître d'effet significatif associé au génotype (croisement). Cependant, le nombre d'œufs est plus grand dans les deux souches lorsque le pourcentage du génotype *Hihi* est plus élevé (la différence portant surtout sur la première période), et l'âge au 1^{er} œuf est légèrement plus précoce. D'autre part le poids des œufs à 50 semaines est plus élevé dans les deux populations pour le génotype *HiHi*, de sorte que cette variable manifeste une infériorité du génotype hétérozygote par rapport aux deux homozygotes ; il paraît en être de même du poids de la poule adulte (DURAND et MÉRAT, 1971 et données non publiées).

CONCLUSION

Notre conclusion précédente (MÉRAT et DURAND, 1973) est donc maintenue, à savoir que les trois populations étudiées contiennent un gène ou une région chromosomique avec avantage hétérozygote pour la ponte, et plus spécialement pour l'absence de « pauses ». L'hypothèse d'un effet pléiotropique associé au locus *Hi* lui-même (par opposition à celle d'un linkage) n'est pas à exclure, eu égard au résultat de même sens obtenu dans ces trois populations, et d'autant plus que les indications données par SCHEINBERG (1971) sur l'effet physiologique du gène *Hi* en relation avec une protéine liée aux œstrogènes suggèrent une direction de recherche pour expliquer d'autres effets associés. En tous cas, il est d'autant plus intéressant d'isoler un gène (ou groupe de gènes liés) ayant un effet spécial sur les « pauses » que nous avons une connaissance réduite de leur déterminisme physiologique et encore plus génétique. Par comparaison, nos observations (MÉRAT, 1971 et certaines données non publiées) montrent que le gène *dw*, qui réduit la ponte dans les populations de petit format, affecte principalement la longueur moyenne des séries de ponte, et assez faiblement les « pauses ».

TABLEAU 3

Association du génotype au locus Hi avec la ponte et le poids des œufs dans deux souches (L.22, M.55) du C.R.V.Z. (données complémentaires 1973-1974)
Association of genotype at Hi locus with egg production and egg weight in two strains (L.22, M.55) at C.R.V.Z. (additional data 1973-1974)

Comparaison (Comparison)	Effectif (Number)	Age au 1 ^{er} œuf (Age at 1st egg)	Nombre d'œufs (egg number)				Poids des œufs (egg weight)	
			jusqu'à 30 sem. approx. (till 30 weeks)	jusqu'à 40 (till 40 wks)	jusqu'à 50 (till 50 wks)	à 30 semaines (at 30 wks)	à 50 semaines (at 50 wks)	
I. HihI et hihI (couples de sœurs)								
<i>(pairs of full sisters)</i>								
(L.22) HihI	73	157,2	31,2	85,6	124,0	59,7	57,5	
hihI	—	159,6	29,9	80,9	118,2	50,0	59,8	
		<i>t</i> = 1,34	<i>t</i> = 0,85	<i>t</i> = 1,83	<i>t</i> = 1,27	<i>t</i> = 0,46	<i>t</i> = — 2,16*	
(M.55) HihI	67	153,4	38,4	87,3	124,1	50,1	57,8	
hihI	—	156,8	35,1	81,9	115,8	50,0	59,1	
		<i>t</i> = 1,47	<i>t</i> = 1,91	<i>t</i> = 1,98*	<i>t</i> = 1,96*	<i>t</i> = 0,20	<i>t</i> = — 1,39	
II. HihI et HihI (L.22)								
<i>familles avec filles (+) seulement</i>								
(families with (+) daughters only) ..	(14 mères) (14 dams)	158,4	30,8	83,6	121,6	50,2	59,6	
(families with (+) and (—) daughters)	(11)	156,3	32,3	85,9	124,7	49,5	58,4	
(MM.55)	(15)	152,8	40,2	89,1	125,9	49,7	58,8	
(families with (+) and (—) daughters)	(16)	148,7	53,7	92,8	129,0	49,5	56,9	

REMERCIEMENTS

Nous remercions M. BOYER, *Station de Recherches avicoles, 37380 Nouzilly*, d'avoir mis à notre disposition les populations « L22 » et « M55 » et les données quantitatives correspondantes pour cette recherche, et d'avoir relu ce manuscrit.

SUMMARY

HI GENE AND EGG PRODUCTION IN THE FOWL :
LAYING INTENSITY AND « PAUSES »

Additional data (see DURAND and MÉRAT, 1971 ; MÉRAT and DURAND, 1973) are presented concerning quantitative effects associated to the antigenic-determining *Hi* gene in three experimental populations.

In the « Jouy » Strain, the overall laying percentage was found higher for the *Hih* genotype than for the two homozygotes, as for egg number. « Pause » days defined as cessations of laying for more than 2 consecutive days are less for this genotype. On the contrary, laying percentage excluding « pauses » (highly correlated with mean clutch length) does not differ appreciably between *Hih* and *hii* hens, although it may be somewhat lower for *HiHi* ones. Results are given in table 1 (comparison between *Hih* and *hii* on pairs of full sisters ; comparison between *HiHi* and *Hih* deduced from average performance of phenotypically *Hi* daughters in families with different expected proportion of the *HiHi* and *Hih* genotypes). Table 2 includes a variance analysis on family means for the second comparison.

In the « L22 » and « M55 » strains of the *Poultry Research Station* at Nouzilly, the present results confirm and extend previous ones, showing a less variable age at first egg and higher egg number till the ages 30, 40 and 50 weeks for the *Hih* genotype as compared to *hii*, and probably also in a comparison with *HiHi* made the same way as for the « Jouy » population. On the other hand, egg weight at 30 weeks of age does not differ between genotypes (as observed in the « Jouy » strain) but at 60 weeks genotype *Hih* has the lowest average egg weight.

The possibility of a pleiotropic effect at the *Hi* locus (as opposed to linkage) is not excluded. A parallel is suggested with results of SCHEINBERG (1971) on the possible effect of the gene on the distribution of an oestrogen-binding protein. Anyway, it is interesting to isolate a gene (or chromosomal region) with a special effect on « pauses », as little knowledge is available on their genetic and even physiological determination.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DURAND L., MÉRAT P., 1971. Agglutinogène *Hi* et performances chez la Poule. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **3**, 5-15.
- MÉRAT P., DURAND L., 1973. Avantage lié au génotype *Hih* pour l'intensité de ponte chez la Poule. *Ann. génét. Sél. anim.*, **5**, 469-476.
- SCHEINBERG S. L., RECKEL R. P., 1961. Detection of red cell agglutinogens with lectins in chicken. *Poult. Sci.*, **40**, 689-698.
- SCHEINBERG S. L., 1971. The *Hi* agglutinin of chickens : Basis for cell transformation. *J. Exp. Zool.*, **177**, 455-462.
- SNEDECOR G. W., COCHRAN W. G., 1969. *Statistical methods*. 6th ed. Iowa State University Press.