CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA « VALEUR SÉLECTIVE » ASSOCIÉE A QUELQUES GÈNES CHEZ LA POULE DOMESTIQUE

II. — « EFFETS MATERNELS »

P. MÉRAT

*Station de Recherches avicoles,
Centre national de Recherches zootechniques, 78 - Jouy-en-Josas
Institut national de la Recherche agronomique*

SOMMAIRE

Dans une population maintenue en ségrégation aux loci C/c (coloration du plumage/absence de coloration), R/r (crête en rose/crête simple), K/k (emplumement tardif/précoce), nous avons réalisé à chaque génération des croisements réciproques tels que ♂ Cc × ♀ cc et ♂ cc × ♀ Cc, à partir de parents d'origine équivalente. De cette façon, le génotype moyen des descendants ne devait différer que par le hasard de l'échantillonnage. La comparaison des performances des descendants était faite par une analyse de variance sur les moyennes de familles de même père, avec comme facteurs contrôlés l'année et le type de croisement.

Les poulets mâles et femelles issus du croisement ♂ Rr × ♀ rr ont un poids moyen à 8 semaines d'âge supérieur respectivement de 50 g et 30 g à ceux produits par le croisement réciproque. Cet effet semble se retrouver dans une deuxième population. L'influence se prolonge jusqu'à la ponte du premier œuf (plus précoce d'une semaine quand les mères sont à crête simple) et se répercute sur le poids des œufs des jeunes poules (2 g de plus quand la mère est rr). Le nombre d'œufs pondus est également un peu plus grand dans la descendance du premier croisement. Par contre, il n'y a pas de différence pour le taux d'éclosion et la mortalité des jeunes. Il apparaît logique d'attribuer les écarts observés à un effet favorable exercé par les mères à crête simple, effet que la légère différence de poids des œufs entre poules rr et Rr ne peut suffire à expliquer.

Pour des mères RR et Rr accouplées aux mêmes coqs, la croissance moyenne de leurs descendants ne diffère pas.

Au locus C, la descendance des croisements ♂ Cc × ♀ cc et ♂ cc × ♀ Cc ne diffère ni pour la croissance, ni pour les caractères de ponte ou des œufs, ni pour la mortalité des jeunes, mais le taux d'éclosion est supérieur d'environ 5 p. 100 pour le second croisement. Une inégalité analogue existe entre les croisements ♂ CC × ♀ cc et ♂ cc × ♀ CC. La comparaison de mères de génotype différent accouplées aux mêmes coqs confirme ces résultats.

L'interprétation la plus naturelle est celle d'un « effet maternel ».

Quant au taux d'éclosion des mères CC, il ne se distingue pas de celui des hétérozygotes Cc.

Pour le locus K, lié au sexe, on peut rechercher des « effets maternels » par comparaison des filles de mères K- et de celles de mères k- provenant de la même population. Ces filles sont en moyenne génétiquement équivalentes.

Taux d'éclosion et mortalité des jeunes sont les mêmes pour les deux types de mères, mais, par contre, dans trois populations indépendantes, on constate une différence de poids à 8 semaines de 30 à 50 g suivant la souche, à l'avantage des filles dont la mère avait un emplumement précoce. Un écart du même ordre existe chez les fils et doit, lui aussi, être attribué au génotype de la mère pour K/k et non à celui du zygote lui-même, dont l'influence n'est pas significative.

Les filles de mères à emplumement rapide ont une maturité sexuelle de 5 jours plus précoce. Les nombres d'œufs pondus sont équivalents.

De plus le croisement ♂ $Kk \times \text{♀ } k^-$ donne un excès (52 p. 100) de filles notées à « emplumement rapide », alors que celles-ci se trouvent en défaut (45 p. 100) dans le croisement ♂ $Kk \times \text{♀ } K^-$. Le taux d'éclosion et la mortalité des descendants ne diffèrent pas dans les deux cas, et il a été vérifié qu'une petite proportion des descendants du premier croisement notés « à emplumement rapide » sont en réalité du génotype Kk ou K^- . Il est donc logique de supposer un effet du génotype de la mère au locus K sur la pousse des rémiges avant l'éclosion.

INTRODUCTION

On connaît peu d'effets maternels associés à des gènes identifiés chez les oiseaux : répercussions du métabolisme perturbé des mères à plumage « frisé » (F) et peut-être des *creepers* hétérozygotes, sur le développement embryonnaire des enfants (LAN-DAUER, 1961), ou retard de croissance des descendants normaux de poules hémizygotes pour le gène de nanisme lié au sexe *dw*, du fait de la plus petite taille des œufs pondus par la mère (HUTT, 1959). Une influence, associée à des gènes de groupe sanguin, sur la mortalité jusqu'à 160 jours, a été suggérée (BRILES, 1963).

Peut-être a-t-on peu recherché ces phénomènes pour eux-mêmes. Un bel exemple, toutefois, est celui du gène *rd* (*riboflavin deficiency*) découvert par MAW (1954). Les poules homozygotes pour ce récessif autosomal sont incapables à transférer une quantité appréciable de riboflavine à leurs œufs, de sorte qu'aucun de leurs embryons ne survit au-delà du 14^e jour d'incubation dans les conditions normales. L'éclosion n'est possible qu'en injectant la vitamine B₂ dans l'œuf avant le stade de 10-12 jours.

Nos propres données nous permettent de rechercher les effets maternels sur des caractères quantitatifs pouvant être associés aux trois loci C/c (présence-absence de pigmentation dans le plumage), R/r (crête en rose-crête simple) et K/k (emplumement tardif ou précoce, lié au sexe) chez la poule. Ces résultats ont été publiés partiellement (MÉRAT, 1964, 1965, 1966). Nous les reprenons ici de façon plus détaillée.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les populations étudiées ici étaient maintenues non fixées à plusieurs loci, parmi lesquels R , C et K . Le troupeau sur lequel la majeure partie des données (souche *Jouy*) a été obtenue était issu d'un croisement fait en 1954 (MÉRAT, 1962). Des résultats relatifs au locus R portent aussi sur une deuxième souche issue d'un croisement de *Leghorn* et de souches plus lourdes (*L 22*) et, pour le locus K , deux autres populations fournissaient des résultats (*L 44* et *H 303*, plus lourde, une lignée *Cornish* ayant servi à sa constitution). Ces populations sont reproduites en accouplements pedigree sans consanguinité systématique, avec un seul coq accouplé à chaque poule, et 8 à 10 poules par coq.

Les caractères extérieurs correspondant aux trois gènes envisagés ici (forme de la crête, pigmentation, emplumement) sont observés à l'éclosion, puis vérifiés à l'âge de 8 semaines. Les jeunes sont élevés au sol jusqu'à 10 semaines, les poulettes sont alors transférées en poulaillers de ponte et leur production d'œufs contrôlée au nid-trappe.

Les caractères quantitatifs enregistrés ici sont la croissance pondérale (poids à 8 semaines), l'âge au premier œuf, le nombre d'œufs pondus par les poulettes jusqu'à 10 mois d'âge, le poids des œufs à cet âge, le taux d'éclosion des poules d'un an. Les caractères relevés dans le jeune âge étaient *a priori* les plus susceptibles d'être influencés par l'environnement « maternel ». C'étaient aussi ceux sur lesquels nous avions les données les plus nombreuses.

Chaque année, de 1956 à 1964, les deux croisements réciproques tels que $Cc \times cc$ et $cc \times Cc$, étaient faits à partir de parents de même origine. De cette façon, le génotype moyen des descendants ne devait différer que par des fluctuations aléatoires, et une différence entre les deux groupes suggérait donc la présence d'un « effet maternel ».

Pour chaque performance et par sexe, une analyse de variance était faite sur les moyennes des familles de même père, avec pour facteurs contrôlés le type de croisement (par exemple $Cc \times cc$ et $cc \times Cc$) et l'année. Il était tenu compte des nombres inégaux de familles représentatives de chaque croisement dans les diverses années. L'interaction était estimée d'une façon approchée par une analyse sur les moyennes non pondérées. (SNEDECOR, 1959).

Dans le cas particulier des pourcentages, ceux-ci étaient transformés en angles (transformation arc sin).

RÉSULTATS

1. Locus *R*

Dans notre population, les deux croisements $\delta Rr \times \text{♀ } rr$ et $\delta rr \times \text{♀ } Rr$ étaient réalisés, à partir de parents d'origine similaire, dans la plupart des générations.

La comparaison entre les enfants issus des deux groupes est faite dans ce qui suit, caractère par caractère.

a) Taux d'éclosion.

Sur l'ensemble des années, les pourcentages moyens de poussins nés rapportés aux œufs incubés ou aux œufs fécondés, et d'œufs fécondés par rapport à ceux mis en incubation, sont indiqués, pour les deux croisements réciproques, dans le tableau qui suit : (tabl. 1).

TABLEAU I

Taux d'éclosion comparés des croisements réciproques $\delta Rr \times \text{♀ } rr$ et $\delta rr \times \text{♀ } Rr$

	$\delta Rr \times \text{♀ } rr$	$\delta rr \times \text{♀ } Rr$
Nombre total d'œufs incubés	7 211	6 511
P. 100 nés/incubés.....	75,07	75,17
P. 100 nés/fertiles	82,78	83,66
P. 100 fertiles/incubés	90,69	89,85
P. 100 mortalité ap. 18 j. d'incub..	5,65	4,80

Il n'apparaît de différence significative pour aucun des pourcentages considérés. Cependant, les effectifs des deux croisements sont variables suivant les années, et, en regardant le détail pour chacune, on s'aperçoit que, pour neuf générations sur douze, le taux d'éclosion (nés /incubés ou nés/fertiles) est plus élevé pour le croisement $\delta rr \times \text{♀ } Rr$, alors que la fertilité ne diffère guère.

Une analyse de variance sur les pourcentages d'éclosion (nés/incubés) des familles de même père, transformés en arc sin, correspond au tableau 2 : le type de croisement et l'année sont les deux critères de classification envisagés, et l'analyse tient compte des nombres différents de familles dans les sous-groupes.

TABLEAU 2

Analyse de variance sur les taux d'éclosion des familles de même père transformés en angles ⁽¹⁾

Source de variation	Degrés de liberté	Variance	F	Signification
Type de croisement.....	1	71,87	< 1	N. S.
Année.....	11	271,47	2,35	P < 0,05
Résiduelle.....	72	115,68	—	—

(¹) L'effet principal « croisement » n'étant pas significatif, nous n'avons pas calculé la variance « interaction ».

On ne peut, en fin de compte, conclure à une différence significative. Il en est de même pour le pourcentage d'œufs « clairs ».

Notre souche principale ne permettait pas de comparaison entre mères RR et Rr. Cette comparaison est possible sur la population L 22 : les poules RR accouplées aux mêmes coqs que les Rr semblent légèrement désavantagées par rapport à elles pour le taux d'œufs clairs et la mortalité embryonnaire, sur trois années étudiées. Une analyse de variance (années groupées) avec les facteurs contrôlés « pères » et « génotype de la mère » (RR ou Rr) indique une différence significative de taux d'éclosion ($P < 0,01$) liée à ce dernier facteur.

Il ne semble pas que ceci ait été signalé précédemment. Cependant les données de CRAWFORD et MERRITT (1963) suggèrent la possibilité d'une fertilité légèrement inférieure pour les poules à crête en rose accouplées aux mâles du même phénotype.

b) Mortalité des jeunes.

Sur l'ensemble des années, la mortalité des jeunes, sexes réunis, est de 6,10 p. 100 pour le croisement ♂ Rr × ♀ rr et de 4,81 p. 100 pour le croisement réciproque, les nombres respectifs de poussins éclos sur lesquels porte ce pourcentage étant de 5 834 et 3 556. La différence de mortalité globale entre les deux groupes n'est pas significative au seuil de 5 p. 100 (le χ^2 corrigé, à 1 degré de liberté, est égal à 3,270).

Ce résultat d'ensemble pourrait, ici encore, dépendre de la répartition inégale par année des deux types de croisement. Sans chercher à dissocier, par une analyse appropriée, l'influence de l'année, on peut noter que, suivant la génération considérée, la mortalité est plus grande tantôt pour un croisement et tantôt pour l'autre, ce qui tend à confirmer l'absence d'un écart pouvant être statistiquement mis en lumière.

c) Mortalité des poulettes.

Les données, assez réduites à l'intérieur de chaque année, ne permettent pas, de toutes façons, de mettre en évidence une différence entre les deux croisements comparés. Le taux de survie est tantôt meilleur pour un croisement, tantôt pour

l'autre, et, au total, la mortalité entre l'âge de 8 semaines et celui de 11 mois est de 20,9 p. 100 sur 876 poulettes *Rr* gardées à 8 semaines, contre 18,1 p. 100 sur 833 poulettes *rr*, la légère différence à l'avantage des oiseaux à crête simple n'étant pas significative ($\chi^2 = 2,072$, $P > 0,10$).

d) *Poids à 8 semaines.*

La comparaison des poids moyens à 8 semaines des poulets issus des deux croisements fait ressortir, dans l'ensemble, une supériorité des descendants issus du premier ($\delta Rr \times \varphi rr$), comme nous l'avons signalé antérieurement (MÉRAT, 1965). L'analyse de variance sur les moyennes de familles de même père, faite séparément pour chaque sexe, est donnée dans le tableau 3.

TABLEAU 3

Analyse de variance sur les moyennes de pères: croisements $\delta Rr \times \varphi rr$ et $\delta rr \times \varphi Rr$
(Poids exprimés en décagrammes)

Sources de variation	Degrés de liberté	Carré moyen	F	Probabilité
Sur les mâles				
Croisement	1	706,0	17,96	< 0,001
Année	10	307,0	7,81	< 0,001
Interaction	10	91,3	2,32	< 0,025
Résiduelle.....	75	39,3	X	X
Sur les femelles				
Croisement	1	251,0	8,00	< 0,01
Année	9	120,0	4,47	< 0,025
Interaction	9	11,6	0,42	N. S.
Résiduelle.....	69	26,8	X	X

La différence entre les deux types de croisement est donc très hautement significative, spécialement chez les mâles. Elle ne peut refléter l'échantillonnage des familles, puisque l'analyse est faite sur les moyennes des pères.

Le tableau 4 indique les poids moyens des descendants des deux croisements, pour chaque sexe (moyenne des moyennes annuelles).

TABLEAU 4

Moyennes de poids des descendants des deux croisements $\delta Rr \times \varphi rr$ et $\delta rr \times \varphi Rr$
(Moyennes des moyennes annuelles non pondérées)

Croisement	Poids moyen (g)	
	Mâles	Femelles
$\delta Rr \times \varphi rr$	775,8	649,0
$\delta rr \times \varphi Rr$	725,0	620,9

La différence moyenne est de l'ordre de 50 g chez les coquelets et 30 g chez les poulettes. Elle est donc appréciable. Il apparaît logique de l'attribuer à un « effet maternel », puisque les génotypes moyens des descendants de l'un et l'autre croisement sont comparables.

Les poids des œufs des mères *rr* et *Rr* diffèrent légèrement (de 0,7 g environ) mais l'écart ne suffit pas à expliquer la différence constatée ici dans le poids à 8 semaines des enfants. Les données de la littérature (par exemple TINDELL et MORRIS, 1964) s'accordent à estimer qu'une différence de 1 g dans le poids de l'œuf ne peut s'accompagner que d'un écart de quelques grammes dans le poids à 8 semaines des poulets issus de cet œuf.

Quant au rapport du poids du poussin à l'éclosion au poids de l'œuf, il est pratiquement identique pour les deux catégories de mères : 0,669 dans la descendance du croisement $\delta Rr \times \text{♀ } rr$, et 0,668 dans celle du croisement réciproque.

Comme les pourcentages de mortalité embryonnaire, et de mortalité comparée des jeunes, semblent un peu inférieurs quand la mère est du génotype *Rr*, une élimination préférentielle des zygotes à potentialité inférieure pour la croissance dans le second croisement n'est pas vraisemblable.

Il est difficile d'interpréter plus avant, de même, les variations que la différence entre les deux types de croisement semble comporter suivant l'année pour les mâles (interaction croisement $\times$ année significative au seuil 5 p. 100).

Dans la souche *L 22*, cette même tendance à une meilleure croissance des enfants de mères à crête simple se manifeste en 1963, première année où des données étaient exploitables.

Par contre, la même année où des mères *RR* et *Rr* se trouvaient accouplées aux mêmes coqs, la croissance moyenne de leurs descendants ne s'est pas révélée significativement différente (tabl. 5).

TABLEAU 5

Poids moyens à 8 semaines des descendants de mères RR, Rr et rr accouplées aux mêmes coqs

Mère	Fils		Filles	
	Nombre	Poids moyen (g)	Nombre	Poids (g) moyen
<i>RR</i>	169	751,7	215	624,1
<i>Rr</i>	312	746,2	329	630,0
<i>rr</i>	86	778,3	68	667,9

e) *Age au premier œuf et nombre d'œufs pondus.*

Pour les mêmes années, les âges moyens à la ponte du premier œuf contrôlé étaient respectivement de 162,5 jours pour 678 poulettes issues du croisement $\delta Rr \times \text{♀ } rr$, et de 167,8 jours pour 634 poulettes issues du croisement réciproque, soit un peu plus de 5 jours de différence, celle-ci étant de même sens pour la plupart des années considérées.

L'analyse de variance sur les moyennes de familles de même père, avec les facteurs contrôlés « croisement » et « années », donne le résultat suivant (tabl. 6).

Les poulettes de mère *rr* semblent donc sexuellement un peu plus précoces, à génotype moyen équivalent, que celles dont la mère est *Rr*.

TABLEAU 6

Croisements ♂ Rr × ♀ rr et ♂ rr × ♀ Rr
Analyse de variance sur les moyennes de pères pour l'âge au 1^{er} œuf

Source de variation	Degrés de liberté	Variance	F	Signification
Croisement	1	476,6	3,255	$P \approx 0,05$
Année	11	1 284,3	8,772	$P < 0,01$
Interaction	11	163,6	1,117	N. S.
Résiduelle	68	146,4	—	—

La variance intra-années pour l'âge au premier œuf est, en outre, plus grande pour les descendantes du croisement $\text{♂ } rr \times \text{♀ } Rr$ que pour celles issues du croisement réciproque, les valeurs respectives de cette variance étant 710,0 pour 622 degrés de liberté et 437,1 pour 666 degrés de liberté ($F = 1,624$, $P \approx 0,01$)

Les nombres moyens d'œufs pondus jusqu'à la mise des poulettes en reproduction (vers 11 mois) sont, sur l'ensemble des années, de 42,3 pour le croisement $\text{♂ } Rr \times \text{♀ } rr$ et de 47,4 pour le croisement $\text{♂ } rr \times \text{♀ } Rr$. Une analyse de variance analogue aux précédentes, sur les moyennes de pères (tabl. 7), montre, cependant, que

TABLEAU 7

Croisements ♂ Rr × ♀ rr et ♂ rr × ♀ Rr
Analyse de variance sur les moyennes de pères pour le nombre d'œufs

Source de variation	Degrés de liberté	Variance	F	Signification
Croisement	1	353,9	3,166	$0,10 < P < 0,05$
Année	10	477,1	4,269	$P < 0,01$
Interaction	10	266,5	2,384	$P < 0,05$
Résiduelle	64	111,3	—	—

cette différence n'atteint pas tout à fait le seuil 5 p. 100 de signification. Par contre, il est intéressant de noter que l'écart entre croisements réciproques paraît dépendre de l'année, peut-être par l'intermédiaire des conditions ambiantes (interaction significative au seuil 5 p. 100).

Il est possible que le nombre d'œufs inférieur quand la mère est à crête simple soit une conséquence de la maturité sexuelle un peu plus précoce, les poulettes risquant alors davantage d'entrer en mue avant la fin de l'automne.

f) *Poids des œufs.*

Les poids moyens d'œufs, sur les poulettes à l'âge d'environ 10 mois, sont de 52,4 g pour la descendance du croisement $\delta Rr \times \text{♀ } rr$, et 50,3 g pour les poulettes issues d'accouplements $\delta rr \times \text{♀ } Rr$. Cette différence est significative (tabl. 8).

TABLEAU 8

*Croisements $\delta Rr \times \text{♀ } rr$ et $\delta rr \times \text{♀ } Rr$
Analyse de variance sur les moyennes de pères pour le poids des œufs
(5 années seulement)*

Source de variation	Degrés de liberté	Variance	F	Signification
Croisement	1	41,0	7,213	$P \simeq 0,01$
Année.....	4	504,0	88,769	$P < 0,001$
Interaction	4	14,0	2,469	$0,10 < P < 0,05$
Résiduelle	24	5,68	—	—

Les poulettes dont la mère est à crête simple (*rr*) ont donc vers 10 mois des œufs pesant environ 2 grammes de plus que celles dont la mère est hétérozygote pour la crête en rose. Il paraît normal de supposer que cela découle d'un poids corporel plus grand à maturité sexuelle ; la différence des poids à 8 semaines d'âge tend à le confirmer.

Quant au poids des animaux adultes, il reflète un léger avantage pour le croisement $\delta Rr \times \text{♀ } rr$: 1 962 g en moyenne à 10 mois, contre 1 942 g pour le croisement réciproque, mais cette différence n'est pas significative.

2. *Locus C*

Une comparaison analogue portant sur les mêmes caractéristiques a été faite entre les croisements $\delta Cc \times \text{♀ } cc$ et $\delta cc \times \text{♀ } Cc$.

a) *Taux d'éclosion.*

De 1956 à 1963 inclus, au printemps et en automne, ces deux croisements réciproques étaient représentés, au total, par 7 070 œufs pour le premier, avec un taux d'éclosion (poussins nés/œufs incubés) de 69,58 p. 100, et par 6 035 œufs, avec un taux d'éclosion de 75,03 p. 100, pour le second.

Ce résultat global suggérait une différence d'éclosion liée au génotype des parents au locus C. Les deux types de croisements étant inégalement répartis dans les diverses années, une analyse de variance tenant compte de cette répartition irrégulière a été faite sur les pourcentages d'éclosion des familles de même père auxquels avait été appliquée la transformation arc sin. Cette analyse indique une différence d'éclosion hautement significative, liée au sens du croisement (tabl. 9).

Les parents des deux croisements étaient, comme dans le cas du locus R, issus de la même population et y étaient choisis de la même façon, de sorte que le génotype moyen des descendants des deux groupes ne doit différer que par des fluctuations aléatoires.

Certaines mères Cc étaient identifiées par la présence d'une ségrégation dans leur descendance, mais le risque d'omettre celles dont l'éclosion est la plus mauvaise, du fait qu'elles ont le moins grand nombre d'enfants, est minime. Les familles de même mère ayant moins de 6 enfants éclos sont très peu nombreuses dans nos données, et, en les enlevant, la différence d'éclosion des deux croisements réciproques subsiste inchangée.

TABLEAU 9

Comparaison des croisements réciproques relatifs au locus C
Analyse de variance du taux d'éclosion par familles de même père

Source de variation	Croisements Cc × cc et cc × Cc			Croisements CC × cc et cc × CC		
	Degrés de liberté	F (rapport à la variance résiduelle)	Probabilité	Degrés de liberté	F (rapport à la variance résiduelle)	Probabilité
Type de croisement.	1	11,846	< 0,005	1	3,039	0,05-0,10
Année	12	4,655	< 0,001	4	6,688	< 0,01
Interaction (1).....	12	6,725	< 0,001	4	0,744	N. S.
Résiduelle	70	—	—	13	—	—

(1) Estimée à partir d'une analyse sur les moyennes non pondérées.

Nous avons fait une comparaison semblable du taux d'éclosion entre les croisements réciproques ♂ CC × ♀ cc et ♀ cc × ♂ CC, avec des parents de même origine, dans 5 années où ces deux croisements étaient représentés. Sur 1 055 œufs incubés du premier, le pourcentage de poussins nés était de 59,79 p. 100 contre 77,32 p. 100 sur 1 124 œufs correspondant au deuxième. Nous retrouvons un désavantage encore plus marqué ici pour l'éclosion quand la mère est homozygote pour le blanc récessif. Le tableau 9 d'analyse de la variance montre que la différence entre croisements est seulement proche du seuil 5 p. 100 de signification, ce qui s'explique, malgré la différence assez grande d'éclosion, du fait que les effectifs sont beaucoup plus restreints que dans la comparaison précédente.

Si l'on détaille le déchet d'incubation en œufs notés « clairs » au mirage (représentant les œufs infertiles, plus éventuellement des embryons morts très tôt) et en embryons morts, on obtient les tableaux 10 et 11.

Certains coqs avaient été accouplés en même temps à des poules cc et à des poules CC ou Cc. La comparaison intra-pères indique une supériorité moyenne des mères colorées pour le taux d'éclosion, comme l'indique le tableau suivant (tabl. 12).

Quoique l'interprétation soit rendue moins claire par le fait qu'ici, le génotype des embryons diffère, les résultats sont dans le même sens que les précédents.

On peut d'ailleurs rappeler que, d'après les proportions observées à 1 jour dans la ségrégation des allèles C et c, il ne semble pas y avoir de différence sensible du taux d'éclosion entre les embryons Cc et cc, si du moins on considère la durée entière de l'incubation.

TABLEAU IO

Détail du déchet d'incubation pour les croisements Cc × cc et cc × Cc
(Total des années étudiées)

Croisement	Pourcentages	
	Œufs « clairs »	Embryons morts en p. 100 des œufs fertiles
♂ Cc × ♀ cc	11,31	21,44
♂ cc × ♀ Cc	8,14	18,33

TABLEAU II

Détail du déchet d'incubation pour les croisements CC × cc et cc × CC
(Total des années)

Croisement	Pourcentages	
	Œufs « clairs »	Embryons morts en p.100 des œufs fertiles
♂ CC × ♀ cc	21,44	32,85
♂ cc × ♀ CC	7,74	13,98

TABLEAU I2

Déchet à l'éclosion pour les mères blanches (cc) ou colorées (Cc)
accouplées aux pères des différents génotypes
(Total des années)

Géno- type du père	Génotype de la mère							
	cc				Cc ou CC			
	nombre d'œufs incubés	« clairs » / incubés (%)	morts / fertiles (%)	éclos / incubés (%)	nombre / d'œufs incubés	« clairs » / incubés (%)	morts / fertiles (%)	éclos / incubés (%)
cc	240	20,42	24,08	60,42	692	9,39	22,65	70,09
Cc	2 965	25,16	21,63	70,76	6 219	19,73	22,96	71,73
CC	728	9,75	21,92	70,74	1 880	10,10	18,21	73,19

Les différences observées concernent de toute façon la mortalité embryonnaire. Pour la fertilité, il y a un doute, provenant de l'incertitude de la classification des zygotes morts tout au début de l'incubation. La différence dans le pourcentage d'œufs « clairs » entre les mères blanches et colorées peut correspondre réellement à une différence de fertilité, mais il est difficile d'exclure totalement la possibilité d'une mortalité très précoce plus grande chez les descendants des premières.

L'interprétation la plus naturelle d'une différence de survie des embryons est celle d'un « effet maternel » par l'intermédiaire de l'œuf, considéré comme environnement du zygote. Dans le cas de la fertilité, par contre, on pourrait penser, par exemple, à une différence dans la fréquence des accouplements des poules blanches et colorées : des fécondations espacées entraînent un « âge moyen » plus grand pour les spermatozoïdes fécondants, ce qui peut abaisser la fertilité et peut-être aussi l'éclosion (LANDAUER, 1961).

La dénomination « d'effet maternel », dans ce cas, sans être totalement inexacte, serait à prendre dans un sens assez large.

Il semble d'ailleurs douteux que cette dernière possibilité puisse expliquer totalement la différence du taux d'éclosion observée, car le « vieillissement » des spermatozoïdes provoque une baisse plus grande pour le taux d'œufs fécondés que pour la survie embryonnaire, alors qu'ici l'écart le plus marqué concerne précisément cette survie. Il est donc logique de penser, de toutes façons, à l'existence d'une différence entre les œufs des mères Cc et cc.

En dernier lieu, l'éclosion des mères CC a été comparée à celle de mères Cc d'origine comparable, et accouplées aux mêmes coqs. Globalement, les taux d'éclosion (nés/incubés) sont respectivement de 78,7 p. 100 pour les premières, de 76,9 p. 100 pour les secondes. L'écart entre les deux n'est pas significatif, et, si l'on fait le détail par pères et par années, il n'apparaît pas non plus de différence nette..

L'examen direct de la mortalité après 18 jours d'incubation dans les croisements Cc $\times$ cc et cc $\times$ Cc suggère que la différence de survie embryonnaire devrait se situer avant ce stade.

b) Mortalité des jeunes et des poulettes.

La mortalité entre l'éclosion et l'âge de 8 semaines est donnée par le tableau suivant (tabl. 13).

TABLEAU 13
Comparaison des croisements Cc $\times$ cc et cc $\times$ Cc
Mortalité en poussinière

Croisement	Nombre de poussins		
	Éclos	Morts	P. 100 de mortalité
♂ Cc $\times$ ♀ cc	7 325	688	9,39
♂ cc $\times$ ♀ Cc	5 463	549	10,04
♂ Cc $\times$ ♀ Cc	10 057	1 112	11,03

Il n'apparaît pas de différence appréciable entre croisements.

Quant à la mortalité des poulettes de l'âge de 10 semaines à celui d'un an, sur des données assez limitées en nombre, on ne constate pas de différence significative entre les croisements réciproques $\delta Cc \times \varphi cc$ et $\delta cc \times \varphi Cc$. Sur 6 générations, elle s'élève à 53 poulettes sur 412 mises en poulaillers à 10 semaines pour le premier, et à 89 sur 553 pour le second. ($\chi^2 = 1,949$, $P > 0,10$).

c) *Poids à 8 semaines et autres critères quantitatifs.*

Dans l'un et l'autre sexe, le poids à 8 semaines ne diffère pas, à première vue, pour les jeunes issus des deux croisements $\delta Cc \times \varphi cc$ et $\delta cc \times \varphi Cc$, à l'intérieur des années où tous deux étaient réalisés.

Sur l'ensemble des années, les poids moyens respectifs pour ces croisements sont, chez les mâles, de 786,9 et 797,7 g et, chez les femelles, de 666,0 et 663,6 g.

Une analyse de variance sur les moyennes des familles de même père confirme l'absence d'une différence significative attachée au sens du croisement.

TABLÉAU 14

*Analyse de variance du poids à 8 semaines sur les moyennes de pères
entre les deux croisements $Cc \times cc$ et $cc \times Cc$*

Source de variation	Degrés de liberté	Variance	F	Probabilité
Sens du croisement	1	117,0	0,63	N. S.
Année ⁽¹⁾	9	5 597,0	30,04	$P < 0,001$
Résiduelle ⁽¹⁾	66	186,3	—	—

(¹) L'interaction, testée approximativement, n'a pas été trouvée significative.

Quant aux performances ultérieures, les nombres moyens d'œufs pondus jusqu'à l'âge de 11 mois sont de 46,4 pour le croisement $\delta Cc \times \varphi cc$ et de 44,0 pour le croisement réciproque ; les poids moyens d'œufs sont respectivement de 50,2 et 50,5 g ; les poids des poules à 11 mois, de 2 199 et 2 155 g. Les différences ne sont pas significatives.

3. Locus K

Comme il s'agit ici d'un gène lié au sexe, la possibilité de croisements réciproques n'existe pas, mais on peut évaluer des effets maternels par comparaison des filles de mères K^- et de celles dont la mère est k^- : les enfants du sexe femelle sont en moyenne génétiquement équivalents si les parents proviennent de la même origine. En particulier, leur génotype au locus K est indépendant de celui de la mère.

Les caractères comparés sont les mêmes que pour les loci précédents.

a) *Taux d'éclosion et mortalité des jeunes.*

La proportion de poussins éclos par rapport aux œufs mis en incubation, sur le total des années étudiées pour la souche *Jowy*, est de 69,71 p. 100 quand la mère est K^- , et de 72,66 p. 100 quand son génotype est k^- . Une différence voisine existe

pour l'éclosion rapportée aux œufs « fertiles » (non notés « clairs » au mirage). Le tableau 15 donne le détail suivant le génotype des deux parents.

La différence de taux d'éclosion, sur l'ensemble des données, est certaine, mais, pour en apprécier la signification, il faut tenir compte de la variabilité qui existe entre familles.

TABLEAU 15

*Taux d'éclosion suivant le génotype des parents: mères K⁻ ou k⁻
(Souche Jouy, toutes années groupées)*

Génotype du père	Mères K ⁻			Mères k ⁻		
	Nombre d'œufs incubés	Poussins nés / œufs incubés (%)	Poussins nés / œufs fertiles (%)	Nombre d'œufs	Poussins nés / œufs incubés (%)	Poussins nés / œufs fertiles (%)
KK.....	1 308	64,45	79,08	591	74,11	78,21
Kk.....	2 022	68,10	74,59	8 928	72,54	82,71
kk.....	2 778	73,36	82,71	18 550	72,67	82,30
Total.....	6 108	69,71	79,25	28 069	72,66	82,34

Pour supprimer l'influence paternelle, nous avons refait notre comparaison en nous limitant aux familles de pères dans lesquelles se trouvaient des mères des deux types (tabl. 16). On voit que les différences apparues au tableau précédent ne se retrouvent pas.

TABLEAU 16

*Taux d'éclosion suivant le génotype des parents: totaux limités aux coqs
accouplés en même temps à des poules K⁻ et à des poules k⁻*

Génotype du coq	Mères K ⁻			Mères k ⁻		
	Nombre d'œufs incubés	Poussins nés / œufs incubés (%)	Poussins nés / œufs fertiles (%)	Nombre d'œufs incubés	Poussins nés / œufs incubés (%)	Poussins nés / œufs fertiles (%)
KK.....	237	66,67	83,16	30	63,33	79,17
Kk.....	1 929	66,98	73,70	2 859	69,36	80,15
kk.....	2 411	75,03	84,69	4 652	67,52	77,75
Total.....	4 577	71,20	80,53	7 541	68,20	78,67

A partir de là, nous avons fait une analyse de variance sur les pourcentages par mères. Les facteurs contrôlés étaient les pères et le génotype des mères pour K/k, toutes les années étant groupées. Le résultat est le suivant :

TABLEAU 17

Analyse de variance sur les pourcentages par familles de mères
(Après transformation arc sin)

Source de variation	Degrés de liberté	S ²	F	Signification
Génotype de la mère	1	6,58	< 1	N. S.
Génotype du père	27	300,26	1,576	N. S.
Interaction	27	163,41	0,857	N. S.
Résiduelle.....	122	190,57	—	—

On ne peut donc pas conclure à une inégalité du taux d'éclosion entre mères à emplumement rapide et à emplumement lent.

Accessoirement, les tableaux précédents donnent à première vue l'impression que les zygotés issus de pères *kk* éclosent mieux que les autres, au moins quand la mère est *K*⁻, mais ces seules données n'apportent pas une certitude.

Quant à la mortalité des jeunes, nos données n'indiquent pas d'influence apparente de la mère. Nous ne les détaillerons pas ici, car, pour une bonne partie, le sexe des poussins morts n'était pas déterminé et l'on ne pouvait obtenir une comparaison limitée aux femelles.

b) Croissance des jeunes.

Dans trois souches d'origine différente (*Jouy* et *L 44*, légères ; *H 303*, plus lourde), les poids à 8 semaines d'âge des filles de mère *k*⁻ dépassent nettement ceux des filles de mère *K*⁻ (tabl. 18).

TABLEAU 18

Poids moyens à 8 semaines des filles de mères K⁻ et k⁻

Souche	Poids moyen des filles (g)	
	Mère <i>K</i> ⁻	Mère <i>k</i> ⁻
<i>Jouy</i>	631,8	662,7
<i>L 44</i>	585,5	633,9
<i>H 303</i>	939,3	974,3

Pour la souche *Jouy*, dont les données étaient les plus nombreuses, une analyse de variance sur les moyennes de familles de même père, avec les facteurs contrôlés « génotype de la mère » et « année », donne le résultat suivant (tabl. 19).

Pour les deux autres souches, les effectifs moins importants ne permettaient pas à la différence entre mères d'atteindre le seuil 5 p. 100 de signification.

A la suite de ce résultat, nous avons comparé, dans les mêmes conditions, la croissance des fils. Leur propre génotype au locus *K* diffère, bien entendu, mais

nous n'avions trouvé aucune différence liée à l'emplumement de l'individu lui-même. Il était donc clair qu'un écart de quelque importance entre les descendants des mères des deux types devrait être attribué à un effet maternel, et non au génotype des zygotes. Or, les valeurs moyennes sont les suivantes (tableau 20) :

TABLEAU 19

Poids à 8 semaines des filles de mères K⁻ et k⁻
Analyse de variance sur les moyennes de pères
 (Souche Jouy)

Source de variation	Degrés de liberté	S ²	F	Signification
Génotype de la mère	1	20 625	15,49	P < 0,001
Année	11	16 192	12,16	P < 0,001
Résiduelle.....	92	1 331	—	—
Interaction	11	476	0,36	N. S.

TABLEAU 20

Poids moyens à 8 semaines des fils de mères K⁻ et k⁻

Souche	Poids moyens des fils (g)	
	Mères K ⁻	Mères k ⁻
<i>Jouy</i>	745,4	791,6
<i>L 44</i>	790,6	811,9
<i>H 303</i>	1 087,7	1 111,3

L'analyse de variance sur les moyennes des descendants de même père (souche *Jouy*) confirme la réalité de l'influence de la mère.

TABLEAU 21

Poids à 8 semaines des fils de mères K⁻ et k⁻
Analyse de variance sur les moyennes de pères
 (Souche *Jouy*)

Source de variation	Degrés de liberté	S ²	F	Signification
Génotype de la mère.....	1	15 625	11,94	P < 0,001
Année	11	22 045	16,85	P < 0,001
Résiduelle.....	96	1 308	—	—
Interaction	11	406	0,310	N. S.

On peut donc conclure à un effet maternel favorable à la croissance en poids, lié à l'allèle k^- , et prolongé au-delà de 8 semaines d'âge dans les deux sexes. L'importance des différences correspondantes, dans la souche *Jouy*, est appréciable : 46 g chez les coquelets et 31 g chez les poulettes, c'est-à-dire, par rapport au poids moyen, de l'ordre de 6 p. 100 pour les premiers et 4,8 p. 100 pour les secondes.

Des pesées à 4 semaines, faites en 1956, 1957, et 1958, indiquent un poids moyen de 200,8 g pour les filles de mère K^- , contre 210,0 g pour les filles de mère k^- ; elles concordent donc avec ce qui précède.

La pesée individuelle, sur une année de la souche *Jouy*, de chaque œuf mis en incubation, puis du poussin à son éclosion, indiquait une différence possible : les mères K^- avaient pondu des œufs de 55,5 g en moyenne, donnant des poussins de 37,0 g. Les valeurs correspondantes pour les mères k^- étaient 55,8 g et 37,5 g. Cependant, une analyse de covariance sur les moyennes de poids d'œufs et de poussins par mère montre que la différence, sur ces données, n'atteint pas le seuil 5 p. 100 de signification.

c) Ponte et caractère des adultes.

L'âge à la ponte du premier œuf est, au total, de 168,7 jours pour les poulettes de mère k^- , contre 173,6 jours pour celles issues de mère K^- . Cette différence est significative au seuil 5 p. 100, comme l'indique l'analyse de variance suivante sur les moyennes de pères :

TABLEAU 22

*Age au 1^{er} œuf : comparaison des mères K^- et k^-
Analyse de variance sur les moyennes de pères*

Source de variation	Degrés de liberté	S ²	F	Signification
Génotype de la mère	1	400,9	4,489	P < 0,05
Année	9	1 667,3	18,67	P < 0,001
Résiduelle	70	89,3	—	—
Interaction	9	169,0	1,893	N. S.

Il n'en est pas de même du nombre d'œufs pondus jusqu'à 10 mois d'âge, dont les valeurs moyennes sont respectivement 42,3 œufs quand la mère est à emplumement lent et 45,5 œufs quand elle est à emplumement rapide. L'analyse de variance sur les moyennes de pères est donnée par le tableau suivant (tableau 23) :

Pour le poids des poules à 10 mois d'âge, il est respectivement de 1 885,5 g pour les filles des poules K^- et 1 888,0 g pour les filles de poules k^- . La différence est minime. Nous n'avons pas fait l'analyse de variance correspondante.

Quant au poids des œufs, les données étaient en nombre insuffisant pour tirer une conclusion, mais il ne semble pas différer, à première vue, suivant la mère.

TABLEAU 23

*Nombre d'œufs: comparaison des filles de mères K^- et k^-
Analyse de variance sur les moyennes de pères*

Source de variation	Degrés de liberté	S ²	F	Signification
Génotype de la mère	1	127,7	0,77	N. S.
Année	9	1 064,0	6,39	P < 0,001
Résiduelle	70	166,5	—	—
Interaction	9	128,1	0,77	N. S.

d) *Proportions des ségrégations et effet maternel sur l'emplumement à l'éclosion.*

Nous avons déjà mentionné la proportion, à 1 jour, des zygotes à emplumement lent ou rapide dans la descendance du croisement $Kk \times k^-$: il apparaît, dans les deux sexes, un excès des seconds. Dans la même souche (*Jouy*), le croisement $Kk \times K^-$ donne, au contraire, un défaut de filles notées « à emplumement rapide ». C'est ce que résume le tableau 24.

TABLEAU 24

*Proportion des filles notées « emplumement rapide » ou « emplumement lent »
dans la descendance des croisements $Kk \times k^-$ et $Kk \times K^-$
(Souche *Jouy*)*

Croisement	Nombre de filles à :		Pourcentage d'emplumements rapides
	emplumement lent	emplumement rapide	
$Kk \times k^-$	2 048	2 237	52,20
$Kk \times K^-$	465	384	45,23

Alors que l'excès de filles à emplumement rapide est hautement significatif dans le premier cas ($\chi^2 = 8,336$, $P < 0,01$), il y a au contraire un défaut de cette catégorie, très significatif lui aussi, dans le deuxième type d'accouplement ($\chi^2 = 7,730$, $P < 0,01$).

Le résultat est identique en limitant les données aux années où les deux croisements sont représentés. La proportion des filles des deux groupes est de 1953/2 127 pour le premier croisement et de 443/367 dans le second. Le χ^2 de contingence est égal à 13,395 pour 1 degré de liberté, d'où une probabilité inférieure à 0,001.

Les mères K^- et k^- étaient distinguées à la fois d'après leur propre phénotype, et par la présence ou l'absence de fils à emplumement rapide. Il ne peut donc y avoir d'ambiguïté dans leur classification.

A l'âge de 10 semaines, où le sexe était examiné, on peut négliger totalement l'influence d'erreurs de sexage (coqs à emplumement lent pris pour des poules).

Comme le taux d'éclosion et la mortalité des descendants ne diffèrent pas entre poules K^- et k^- , on ne voit que deux explications : une anomalie des proportions à la fertilisation, ou un effet du génotype de la mère au locus K sur la pousse des rémiges avant l'éclosion. Il paraît naturel, *a priori*, de penser plutôt à la seconde explication, vu la rareté des cas reconnus du premier phénomène.

D'ailleurs, nous avons vérifié précédemment que, dans le croisement $Kk \times k^-$, un pourcentage faible, mais non négligeable, des descendants notés « kk » ou « k^- » d'après leur phénotype sont en réalité du génotype Kk ou K^- .

Par contre, dans le croisement $Kk \times K^-$, 31 des filles notées à « emplumement lent » ont été reproductrices. Chez toutes, le génotype était bien K^- . Ce nombre n'est toutefois pas suffisant pour pouvoir nier avec certitude l'existence d'« erreurs » de diagnostic du génotype, dans le sens contraire du croisement précédent. Si la proportion génotypique réelle des filles K^- et k^- est 1/1, l'obtention de 54,7 p. 100 de phénotypes « emplumement lent » nous conduit à estimer la fréquence des « erreurs » en question à 4,7 p. 100 du total, c'est-à-dire à environ 9,4 p. 100 des poules génétiquement K^- . On peut vérifier que la probabilité de ne trouver aucune « erreur » sur 31 individus, avec une probabilité de l'ordre de 0,094 pour chaque individu, est voisine de 0,15, donc acceptable.

De toute façon, la proportion d'animaux de génotype kk ou k^- notés « à emplumement lent » est faible, sans doute inférieure à 1 p. 100, d'après son évaluation directe.

En résumé, il existe une différence entre les croisements $Kk \times k^-$ et $Kk \times K^-$ pour la proportion de poussins femelles présentant le génotype « emplumement rapide ». Ceci est attribuable, au moins en majeure partie, à un effet maternel sur la pousse des plumes pendant la période précédant l'éclosion. Les mères k^- ont de ce point de vue une action favorable, capable de faire prendre pour des animaux à emplumement rapide certains individus porteurs de l'allèle K . La question de savoir si, inversement, des filles de génotype k^- issues de mères K^- peuvent apparaître « à emplumement lent » reste posée.

En marge de ce résultat, il est intéressant de noter qu'à l'intérieur du croisement $Kk \times k^-$, il y a, dans notre population, une hétérogénéité très hautement significative entre mères pour la proportion de poussins des deux sexes à emplumement rapide ou lent : Sur l'ensemble des années, de 1956 à 1965, le χ^2 d'hétérogénéité entre mères intra-pères vaut 510,45 pour 398 degrés de liberté ($P < 0,001$). Au contraire, le χ^2 entre pères, intra-années, est égal à 90,67 pour 79 degrés de liberté (non significatif). Ceci n'indique pas d'influence décelable du père, et *a fortiori* si l'on tient compte de la variabilité entre mères. Notons en passant qu'il existe aussi des différences entre années ($\chi^2 = 62,38$ pour 13 degrés de liberté, $P < 0,001$). Par contre, aucune hétérogénéité ne se manifeste dans le croisement $Kk \times K^-$, pour la proportion chez les filles.

D'après tout ce qui précède, il est logique d'attribuer, ici aussi, les irrégularités constatées dans les proportions à une influence de la mère sur la longueur des rémiges à l'éclosion. Toutefois, nous avons voulu nous assurer qu'il n'y avait pas lieu de suspecter un taux d'éclosion inférieur des zygotes à emplumement lent dans les familles où ils étaient en défaut à 1 jour, ni, dans le cas contraire, une éclosion moins bonne des embryons à emplumement rapide. Le tableau 25 confirme que nos résultats ne peuvent s'expliquer par de telles variations du taux d'éclosion, d'ailleurs *a priori* peu vraisemblables.

Ce taux est même meilleur chez les mères ayant une proportion excessive d'enfants à emplumement rapide ; ceci suggère que ces mères exercent peut-être aussi une influence favorable à la survie de leurs embryons.

TABLEAU 25

*Taux d'éclosion des mères à excès ou à défaut d'enfants à emplumement rapide
(significatif au seuil de 5 p. 100)
comparé à celui des autres mères accouplées aux mêmes pères*

	Comparaison I		Comparaison II	
	Mères à excès d'enfants à emplu- ment rapide	Autres mères	Mères à excès d'enfants à emplu- ment lent	Autres mères
Nombres d'œufs incubés	1 311	4 723	404	2 475
Poussins nés/œufs incubés (%) ..	76,81	70,48	68,32	68,62
Poussins nés/œufs fertiles (%) ...	85,99	81,36	77,75	80,28

Cet effet maternel probable ne paraît en tous cas pas lié à l'emplumement à 8 semaines de la mère, évalué par le nombre de rectrices ayant mué à cet âge.

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Les exemples qui précèdent suggèrent donc un certain nombre d'« effets maternels » : L'un associé au gène R, sur la croissance pondérale, la précocité sexuelle et le poids des œufs des poulettes ; un autre, lié au locus C, sur le taux d'éclosion ; enfin, une influence liée aux allèles K et k, sur l'emplumement avant l'éclosion, la croissance pondérale et la maturité sexuelle.

L'interprétation par un effet maternel est la plus naturelle dans les trois cas. La différence entre croisements réciproques devant être attribuée au génotype des parents, il paraît logique de la rapporter à la mère, qui apporte à la fois la majeure partie du cytoplasme et le milieu « œuf », plutôt qu'au père.

Nous n'avons pas, pour l'instant, de précisions sur les mécanismes en cause du point de vue physiologique, quoiqu'un effet sur la composition de l'œuf paraisse vraisemblable. Il est, également, prématuré d'affirmer si les influences constatées ont leur source dans les gènes envisagés, ou dans des gènes liés. L'existence d'effets prolongés assez tard dans la vie du jeune (après maturité sexuelle pour le gène R) pose le problème du mécanisme de cette action tardive.

Ces « effets maternels » se trouvent être plus importants que ceux associés au génotype du zygote lui-même, pour les loci et les caractères considérés. Ceci n'est peut-être pas, *a priori*, tellement surprenant dans une espèce où l'embryon vit sur un milieu nutritif limité, préparé à l'avance par la mère, mais il est de fait que les exemples caractérisés d'effets maternels associés à des gènes identifiés chez les Oiseaux sont très rares, comme nous l'avons vu plus haut.

Un aspect à noter est celui de la « dominance » de ces effets. Au locus C le taux d'éclosion est voisin pour les mères CC et Cc, et inférieur pour les cc ; on peut parler

d'une dominance de l'influence maternelle favorable. Par contre, nous avons vu que les mères RR et Rr ont des enfants de croissance moyenne à peu près égale, inférieure à celle des poussins issus de poules à crête simple, ce qui suggérerait plutôt une « récessivité » de l'effet considéré par l'éleveur comme favorable, et qui l'est peut-être aussi du point de vue de la « sélection naturelle ». La comparaison entre mères RR et Rr n'a pu être faite à génotype égal pour les poussins, mais il est douteux que les zygotes RR et Rr diffèrent plus pour la croissance que les Rr d'avec les rr.

Cette direction de recherches peut permettre une analyse ultérieure du mode d'action des gènes et des forces sélectives en jeu, et par là contribuer à éclaircir l'étude des effets maternels à déterminisme polygénique.

D'un point de vue pratique, elle peut fournir des indications sur les performances comparées de croisements réciproques différant par des caractères extérieurs à déterminisme mendélien simple. Ainsi, des sélectionneurs de poulets de chair ont envisagé l'emploi des allèles K et k pour le sexage des poussins d'un jour. Les gènes habituellement utilisés à cet effet concernant la pigmentation du plumage ; or, on recherche actuellement, pour la présentation des poulets, une coloration uniformément blanche. Seule reste alors, pour reconnaître le sexe sans faire appel à un « sexeur » professionnel, la possibilité d'un croisement entre un mâle kk d'une souche à emplumement rapide, et une femelle K- d'une lignée à emplumement lent : Les poussins mâles sont tous à emplumement lent, les femelles toutes à emplumement rapide. Nos résultats indiquent pourtant que ce croisement présentera un handicap, celui des 4 à 6 p. 100 de moins sur la croissance en poids jusqu'à 8 semaines, dus aux mères K-. Il reste alors à mettre en balance, du point de vue économique, ce désavantage et l'intérêt de la suppression du « sexage » manuel, à moins qu'une manipulation appropriée des conditions d'alimentation et d'élevage des mères à emplumement lent ne puisse remédier à leur influence défavorable. Peut-être aussi, éventuellement, le réglage des conditions d'incubation serait-il à étudier, puisque ces « effets maternels » doivent s'exercer, d'une façon ou d'une autre, par l'intermédiaire de certaines caractéristiques des œufs.

Reçu pour publication en novembre 1966.

SUMMARY

CONTRIBUTION TO THE STUDY OF THE « SELECTIVE VALUE »
ASSOCIATED WITH SOME GENES OF THE DOMESTIC FOWL

2. « MATERNAL EFFECTS »

In a population segregating for the following loci : C/c (coloured/white plumage) ; R/r (rose/single comb) ; K/k (late/early feathering) ; reciprocal crosses such as ♂ Cc × ♀ cc and ♂ cc × ♀ Cc were carried out at each generation, with parents of the same origin. Thus, the mean genotypic value of the progeny was not to differ but by sampling fluctuations. The progeny's performances were compared by means of a variance analysis on one sire's family means, the controlled sources of variation being the year and pattern of crosses.

Eight week old male and female chicks issued from ♂ Rr × ♀ rr crosses weighed respectively 50 g and 30 g more than the chicks issued from the reciprocal crosses. This effect was noticed in

another population. It goes on until the first laying : one week earlier for single-combed females, and acts upon the egg weights : 2 g more for *rr* dams. The egg number too was somewhat higher. On the contrary, there was no difference in hatching rate and chick mortality. It therefore appears that a favourable effect must be exerted by single-combed dams, since this effect cannot be satisfactorily explained by a slight difference in egg weight.

There were no noticeable growth rate differences in the progeny of *RR* and *Rr* hens mated to the same sire.

As for *C* locus, $\delta Cc \times \varphi cc$ and $\delta cc \times \varphi Cc$ crossed progenies did not differ, either ingrowth rate or laying or egg traits or chick mortality, but the hatching-rate was 5 per cent superior in the second cross. A similar difference was found between $\delta CC \times \varphi cc$ and $\delta cc \times \varphi CC$ crosses. A comparison between dams of the different genotypes mated to the same sire confirmed these results. The most likely interpretation seems to be that of a « maternal effect ».

On the other hand, the hatching percentages of *CC* and *Cc* dams did not differ.

As for the sex-linked *K* locus, « maternal effects » can be found out if we compare daughters of *K⁻* and *k⁻* dams from the same population.

Hatching rate and chick mortality were similar in both types, but, in 3 independant populations, a difference in eight week weight (30 to 50 g according to the strain) was noticed, in favour of *k⁻* dams'female offspring. A similar difference was found among males ; it ought to be attributed as well to the dam's genotype, since the zygote's genotype has no significant influence.

The female progeny of early feathering dams were 5 days earlier sexually mature. The egg numbers have not been different for ten months of age.

Moreover, the $\delta Kk \times \varphi k⁻$ cross resulted in a greater number of female offspring described as « early feathering » (52 per cent), while they were less numerous in the $\delta Kk \times \varphi K⁻$. Hatching rate and chick mortality were not different in either case, and a low proportion of the genotypes of « early feathering » chicks proved to be *Kk* or *K⁻*. We can thus infer that the dam's genotype at *K* locus influences pre-hatching feather growth rate.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BRILES W. E., 1963. Current status of blood groups in domestic birds. *Z. Tierz. Zücht, Biol.* **79**, 371-391.
- CRAWFORD R. D., MERRITT E. S., 1963. The relationship between rose comb and reproduction in the domestic fowl. *Canad. J. Genet. Cytol.* **5**, 89-95.
- HUTT F. B., 1959. Sex-linked dwarfism in the fowl. *J. Hered.* **50**, 209-221.
- LANDAUER W., 1961. The hatchability of chicken eggs as influenced by environment and heredity. *Univ. Connecticut, Monograph 1*.
- MAW A. J. G., 1954. Inherited riboflavin deficiency in chicken eggs. *Poultry Sci.*, **33**, 216-217.
- MÉRAT P., 1962. Quelques relations entre caractères extérieurs à hérédité simple et productivité. *C. R. XII^e Congrès mondial d'Aviculture*, Sydney, **1**, 71-76.
- MÉRAT P., 1964. Effet maternel sur le taux d'éclosion lié au gène « blanc récessif » chez la poule. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **4**, 99-100.
- MÉRAT P., 1965. « Effet maternel » lié au gène *R* de forme de la crête, sur la croissance des jeunes chez la poule domestique. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.* **5**, 311-313.
- MÉRAT P., 1966. Effets maternels liés à des gènes connus chez les volailles. *C. R. XIII^e Congrès mondial d'Aviculture*, Kiev, 76-80.
- SNEDECOR G. W., 1959. *Statistical methods*. Iowa State College Press.
- TINDELL D., MORRIS D. R., 1964. The effects of egg weight on subsequent broiler performance. *Poultry Sci.*, **43**, 534-539.