

## « EFFETS PROLONGÉS » CHEZ LA POULE : INFLUENCE DE LA POSITION DE L'ŒUF DANS LA SÉRIE DE PONTE SUR LES PERFORMANCES DU JEUNE

P. MÉRAT

avec la collaboration technique de A. BORDAS

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

---

### SOMMAIRE

Dans trois populations d'origine voisine, de 1959 à 1967, le rang dans la série de ponte a été noté pour chaque œuf donnant naissance à un poussin pedigree, de façon à évaluer son influence possible sur les performances du jeune. Les comparaisons intra-séries étaient limitées aux animaux éclos le même jour et élevés ensemble.

Au total, le poids à 8 semaines d'âge est significativement plus élevé ( $P < 0,01$ ) pour les femelles issues d'un premier œuf, dans les séries de 2 et de 3 œufs. Quoique la différence soit d'une importance limitée (entre 10 et 15 g), il n'est pas certain qu'elle soit entièrement explicable par l'écart de poids entre le premier œuf et les suivants.

Pour les mâles, une différence de même sens semble exister dans les séries de 3, mais non dans celles de 2 œufs.

Le rang dans la série n'influe pas, apparemment, sur le nombre d'œufs pondus de l'entrée en ponte à l'âge d'environ 10 mois.

Au contraire, il y a une relation nette, dans nos cheptels, entre ce rang et la mortalité embryonnaire, puis la mortalité des poulettes de 8 semaines à 10 mois. A ces deux stades, la comparaison favorise les zygotes venant du premier œuf dans les séries de 2 : notamment, après 8 semaines, le taux de mortalité des ♀♀ de rang 1 est de 12 p. 100, contre 22 p. 100 pour les ♀♀ de rang 2 ( $P < 0,001$ ). Il semble en être de même dans les séries plus longues. Ceci n'est pas attribuable aux légères fluctuations du poids de l'œuf suivant la position dans la série, ce poids ne présentant aucune corrélation, dans notre troupeau, avec la mortalité des femelles qui en sont issues.

---

### INTRODUCTION

La présence d'« effets maternels » sur les performances du jeune, résultant d'un environnement prénatal apporté par la mère, a été signalée par de nombreux auteurs. Une brève revue de la littérature, en ce qui concerne la poule, est donnée, par exemple, par GOODWIN, LAMOREUX et DICKERSON (1964) et par POWELL et BOWMAN (1964).

De tels effets peuvent avoir des causes multiples : hérédité cytoplasmique, alimentation de l'embryon par l'œuf, transmission passive d'agents pathogènes ou d'anticorps,... (LERNER, 1958).

Les méthodes utilisées pour les mettre en évidence sont diverses. Le plus souvent, des effets maternels sont suggérés à partir de l'analyse de la variance entre frères-sœurs et demi-frères ou demi-sœurs, lorsque la « composante mère » est plus importante que la « composante père ». Cependant, la première contient une fraction appréciable de la variance « dominance » et de la variance « épistasie », et la réalisation de croisements diallèles est nécessaire pour obtenir une certitude.

Ces analyses ne permettent pas, couramment, d'affirmer si les effets observés sont plutôt fonction du génome de la mère, ou de facteurs non génétiques attachés à celle-ci. Il en est de même des effets sur l'éclosion et la croissance des jeunes, trouvés par divers auteurs associés au poids de l'œuf dont ces jeunes sont issus (par exemple, TINDELL et MORRIS, 1964 ; MERRITT et GOWE, 1964) ou à d'autres caractéristiques de cet œuf comme la hauteur de l'albumen (LANDAUER, 1961).

Au contraire, ceci est davantage précisé dans des expériences plus spécifiques. Telle est la comparaison de croisements réciproques, menés éventuellement au-delà de la  $F_1$  (COCK et MORTON, 1963) : lorsque les lignées parentales ont le même environnement, elle suggère ou met en évidence, suivant le cas, des effets maternels, ou éventuellement cytoplasmiques.

De même, certains facteurs mendéliens connus présents chez la mère influent sur la survie ou les performances des enfants, indépendamment du génotype de ces derniers. Un exemple typique est celui du gène *rd*, induisant une carence des œufs en riboflavine (MAW, 1954 ; BUSS, BOUCHER et MAW, 1959). Des effets maternels associés à des gènes à effet visible ont aussi été observés (MÉRAT, 1966, 1967).

Dans un ordre d'idées différent, la réalisation de *back-crosses* successifs, pour comparer des génomes identiques dans des cytoplasmes d'origine différente, peut révéler une hérédité non chromosomique (ALLEN, 1962).

On a, d'autre part, cherché directement la possibilité d'un « effet prolongé », sur le poussin, de facteurs non génétiques relatifs aux parents, comme l'âge (TEMPLE et JAAP, 1961 ; GOODWIN, LAMOREUX, DICKERSON, 1963, 1964). De tels effets sont à rapprocher de ceux observés chez la *Drosophile* (DAVID, 1959) (1).

De tels « effets prolongés » peuvent s'exercer sur tous les enfants d'une mère, et c'est dans ce sens qu'on a cherché, d'une façon générale, à les mettre en évidence ; mais ils peuvent aussi manifester une variabilité intra-mères. Dans ce cas, ils contribueront à augmenter la variance entre frères et sœurs, et non plus entre familles, et les méthodes habituellement utilisées pour les déceler ne seront donc plus adéquates. Il n'est guère douteux, par exemple, que l'influence du poids de l'œuf sur la croissance ultérieure du poussin s'exerce aussi bien intra-mères qu'entre mères, quoiqu'à notre connaissance on n'ait pas cherché à départager les deux effets. D'autres variations des caractéristiques des œufs pour une même poule peuvent contribuer à la variabilité de ses enfants. Il serait intéressant d'avoir une idée de ce que représente cette varia-

(1) De même, l'environnement, non plus des parents, mais des œufs, peut avoir des répercussions sur le développement ultérieur des jeunes. Tel est le cas pour la durée de conservation avant incubation, comme l'ont montré par exemple BECKER (1963) et MERRITT (1964).

bilité par rapport à la variance totale : elle constitue une cause « résiduelle » de variation pour laquelle la sélection, du moins celle exercée sur la génération des descendants, n'a pas de prise.

Nous disposons, précisément, de données relatives à un facteur particulier, celui de la position dans la série de ponte de chaque œuf ayant donné naissance à un poussin pedigree dans notre troupeau. Les résultats relatifs à l'effet de cette position sur les performances et la vitalité des descendants seront exposés ici.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

Nos observations portent sur trois populations reproduites respectivement chaque année en mars-avril, en mai-juin et en septembre-octobre. Ces populations étaient utilisées par ailleurs pour la recherche d'effets quantitatifs associés à des gènes connus (MÉRAT, 1967).

De 1959 à 1967 inclus, pendant la reproduction pedigree, la date de ponte était notée sur chaque œuf, et celui-ci mis à éclore individuellement, de façon à identifier le poussin auquel il donnait naissance. La position dans la série se déduisait de la date, mises à part les erreurs dues aux œufs pondus à terre et non contrôlés. Ces derniers représentaient de 1 à 3 p. 100 du total, et leur présence ne paraît pouvoir, *a priori*, que diminuer légèrement l'amplitude des différences éventuellement observées.

Les œufs étaient également pesés individuellement ; les résultats relatifs à l'effet du poids de l'œuf intra-mère seront présentés séparément.

Sur les descendants de chaque génération (élevés au sol, puis, pour les femelles, transférés en poulaillers de ponte au sol à 10 semaines d'âge) étaient enregistrés, dans les deux sexes, le poids à 8 semaines et la mortalité jusqu'à cet âge, et, pour les poulettes, le nombre d'œufs pondus de l'entrée en ponte à 10 mois d'âge, et la mortalité après 8 semaines.

Les performances étaient comparées suivant la position de l'œuf dans la série de ponte de la mère, la comparaison étant limitée aux descendants du même lot (éclos le même jour et élevés ensemble). Étant donnés les nombres respectifs de séries utilisables suivant leur longueur, seules celles de 2 et 3 œufs ont été retenues, en général, pour cette analyse.

La méthode des couples est utilisée dans les séries de 2 œufs, ainsi que pour des comparaisons partielles sur les autres (premier œuf comparé au deuxième, ou au troisième). D'autre part, un test de  $\chi^2$  permet de savoir si le taux de mortalité avant ou après 8 semaines d'âge diffère, par exemple, entre individus issus du 1<sup>er</sup> ou du 2<sup>e</sup> œuf d'une série.

## RÉSULTATS

Seuls, les totaux des résultats sur l'ensemble des générations des trois cheptels étudiés sont présentés, aucune hétérogénéité n'apparaissant entre elles.

### 1. Poids à 8 semaines

Les séries de 2 et de 3 œufs ont seules été étudiées sur toutes les années.

Quant aux premières, la comparaison directe intra-série était possible pour celles ayant donné naissance à deux femelles survivant à 8 semaines, ou à deux mâles. Pour les séries où le premier œuf donnait un mâle, le deuxième une femelle, ou l'inverse, une comparaison entre animaux de même sexe issus d'un premier ou d'un deuxième

œuf était également possible, quoique moins précise, puisque n'incluant pas des individus issus deux à deux de la même série et du même lot.

Le tableau 1 donne les résultats correspondants.

TABLEAU I

*Poids à 8 semaines de poulets de même sexe  
issus du 1<sup>er</sup> ou du 2<sup>e</sup> œuf d'une série de 2*

Type de comparaison	Nombre d'animaux		Poids moyen (g) de l'animal		Différence moyenne (g)	t	Signifi- cation
	issus du 1 <sup>er</sup> œuf	issus du 2 <sup>e</sup> œuf	issu du 1 <sup>er</sup> œuf	issu du 1 <sup>er</sup> œuf			
Séries ♀ ♀	700	700	698,7	687,6	+ 11,1	+ 2,54	P ≈ 0,01
Séries ♀ ♂- ♂ ♀ comparaison des ♀ ♀	677	585	697,3	687,1	+ 10,2	+ 1,36	N. S.
Séries ♂ ♂	700	700	809,4	814,3	- 4,9	- 0,80	N. S.
Séries ♂ ♀- ♀ ♂ comparaison des ♂ ♂	476	582*	811,2	799,2	+ 12,0	+ 1,28	N. S.

\* La différence avec les effectifs des femelles vient de la mortalité, embryonnaire ou post-embryonnaire, qui supprimait certaines comparaisons dans un sexe, et non dans l'autre.

Une différence moyenne un peu supérieure à 10 g apparaît, à l'avantage de la femelle issue d'un premier œuf ; elle est du même ordre dans les deux types de comparaison incluant des femelles, et la signification globale du résultat ne fait pas de doute.

Par contre, chez les mâles, les différences ne sont pas, dans l'ensemble, significatives.

Pour les séries de trois œufs, diverses comparaisons ont également été faites entre animaux de même sexe, suivant que les trois œufs, ou seulement le 1<sup>er</sup> et le 2<sup>e</sup>, ou le 1<sup>er</sup> et le 3<sup>e</sup>, avaient donné des zygotes tous mâles ou tous femelles ayant survécu jusqu'à 8 semaines (tabl. 2).

La répétition des différences dans le même sens laisse, ici aussi, peu de doute sur leur signification : le premier œuf donne naissance à des poulets, mâles ou femelles, d'un poids un peu plus élevé. En groupant toutes les données du tableau 3, les moyennes générales pour les femelles issues d'un premier œuf ou d'un suivant (2<sup>e</sup> ou 3<sup>e</sup>) sont respectivement 683,5 g et 666,3 g. Pour les mâles, les valeurs correspondantes sont 821,9 et 803,0. Les différences entre ces moyennes globales, dans l'un et l'autre sexe, sont significatives au seuil 1 p. 100.

En plus, un échantillon de 100 séries de 4, dans lesquelles au moins le 1<sup>er</sup> œuf et l'un des deux derniers ont produit deux poussins femelles, suggère également un avantage du premier pour le poids à 8 semaines : 656,6 g contre 616,5 g.

Nous avons, enfin, comparé le poids à 8 semaines de poulets issus d'une série composée d'un œuf unique avec celui du premier individu de même sexe de la série immédiatement consécutive, quand ces deux oiseaux sont éclos le même jour. Il

n'apparaît pas de différence : sur 129 couples constitués de deux mâles, les moyennes sont respectivement 815,2 g et 803,3 g ( $t = 0,73$ ) ; sur 123 couples de 2 femelles, elles sont égales à 722,0 et 727,2 g ( $t = - 0,52$ ).

TABLEAU 2

*Poids à 8 semaines de poulets du même sexe  
suivant la position de l'œuf dont ils sont issus  
(séries de 3 œufs)*

Rang des œufs comparés	Nombre de séries	Poids moyen de l'individu issu			Test de signification
		du 1 <sup>er</sup> œuf	du 2 <sup>e</sup>	du 3 <sup>e</sup>	
Comparaison des femelles					
1-2-3	153	681,6	665,7	672,2	F (variance entre positions/résiduelle) <sup>(1)</sup> = 0,57 (NS) $t = + 1,60$ (NS) $t = + 1,78$ (NS)
1-2	242	688,6	670,3	—	
1-3	247	679,7	—	659,1	
Comparaison des mâles					
1-2-3	169	825,4	823,1	803,2	F = 1,31 <sup>(2)</sup> (NS) $t = + 1,99$ $t = + 1,09$ P < 0,05 (NS)
1-2	238	816,3	785,0	—	
1-3	185	825,8	—	807,8	

<sup>(1)</sup> Avec 2 et 456 degrés de liberté.

<sup>(2)</sup> Avec 2 et 504 degrés de liberté.

## 2. Nombre d'œufs

Les séries de deux œufs ayant donné 2 femelles vivantes à la mise en reproduction (10 mois d'âge environ) étaient, au total, au nombre de 205. Les nombres moyens d'œufs pondus de l'entrée en ponte jusqu'à cet âge par les poulettes issues d'un premier ou d'un deuxième œuf sont respectivement 46,0 et 44,3. La légère supériorité apparente des premières n'est pas significative ( $t = + 1,01$ ).

Dans les séries de 3, la ponte d'une poule issue du 1<sup>er</sup> œuf a été comparée à celle des deux autres, lorsque c'était possible, ou à défaut, à celle d'une femelle issue du 2<sup>e</sup> ou du 3<sup>e</sup> œuf (tabl. 3).

Il semblerait, à première vue et si l'on regroupe les comparaisons, que le premier œuf d'une série de trois donne naissance à une poule dont la production est un peu inférieure à celle des suivantes, mais le nombre de données étant limité, et rien d'analogue n'apparaissant pour les séries de 2, on ne peut tirer une conclusion certaine.

Enfin, les poules issues d'une série composée d'un œuf unique ne diffèrent pas, pour la ponte, de celles provenant du début de la série immédiatement suivante, dans le même lot : 40,2 œufs pondus contre 41,6 ( $t = - 0,44$ ) pour 49 couples.

TABLEAU 3

*Ponte des premiers mois comparée pour les poulettes issues de séries de trois œufs*

Comparaison	Nombre de couples ou de comparaisons	Nombre moyen d'œufs pondus par les poules issues			Signification
		du 1 <sup>er</sup> œuf	du 2 <sup>e</sup> œuf	du 3 <sup>e</sup> œuf	
1-2-3	35	40,7	43,5	44,1	F = 0,27 NS
1-2	71	39,0	45,1	—	t = - 1,56 NS
1-3	47	40,4	—	45,7	t = - 1,07 NS

### 3. Mortalité

a) Dans un article antérieur (MÉRAT et LACASSAGNE, 1960), nous avons indiqué que la mortalité embryonnaire ne paraissait pas être en relation avec la position de l'œuf dans la série.

Sur les données présentes, plus nombreuses, ceci ne paraît pas contredit, sauf pour les séries de deux œufs, qui montrent une mortalité embryonnaire nettement plus élevée associée à la deuxième position, du moins à partir du 18<sup>e</sup> jour d'incubation (tabl. 4). La différence du taux de mortalité après 19 jours, testée par un  $\chi^2$  (les nombres théoriques de morts étant égaux pour les deux positions dans l'hypothèse nulle), est significative au seuil 1 p. 100.

TABLEAU 4

*Fertilité et mortalité embryonnaire suivant la position dans les séries de 2 œufs*

	Nombre d'embryons		
	infertiles	morts avant 18 jours	morts après 18 jours
1 <sup>er</sup> œuf .....	117	165	163
2 <sup>e</sup> œuf.....	106	185	218

b) La mortalité avant 8 semaines d'âge n'a pas toujours pu être déterminée sur chaque sexe séparément, le sexe des poussins morts n'ayant pas été vérifié sur le cheptel entier de toutes les années. Sur un échantillon limité aux séries donnant deux femelles, dans les années et familles où cette vérification était faite, le nombre de femelles issues d'un premier œuf et mortes avant 8 semaines était de 62, contre 49 issues du second, la différence n'étant pas significative ( $\chi^2 = 1,53$ ,  $P < 0,20$ ).

Pour les autres cas, où le sexe des poussins morts était incertain, le nombre de morts issus du premier œuf est au total de 55 pour 69 issus du deuxième. L'écart à l'égalité de proportion, ici encore, n'est pas significatif.

Il en est de même des séries de 3 : dans celles ayant donné 3 femelles identifiées, le nombre de mortes avant 8 semaines correspondant aux rangs 1, 2 et 3 est respectivement 17, 11 et 10. Pour les séries de 3 mâles, les nombres sont 22, 20 et 15. Enfin, lorsque le sexe n'était pas reconnu, on relève 3 morts issus d'un premier œuf pour 9 issus d'un deuxième ou troisième.

Au total, rien ne permet de conclure à une différence de mortalité à ce stade.

c) Par contre, une divergence à première vue surprenante a été observée dans la mortalité des poulettes entre les âges de 8 semaines et de 11 mois, suivant le rang dans la série. En tout, parmi 313 séries de 2 œufs ayant donné deux femelles vivantes à 8 semaines et gardées en poulaillers de ponte, 37 comportent une poulette morte issue du premier œuf, et 71 une morte issue du deuxième. Le test d'une proportion égale dans les deux cas, par un  $\chi^2$  à 1 degré de liberté avec les nombres calculés  $54 \left( \frac{37 + 71}{2} \right)$  et 54, donne pour celui-ci une valeur de 10,1 compte tenu de la correction de Yates ( $P < 0,001$ ). En pourcentage, le taux de mortalité des poulettes issues du premier œuf dans cet échantillon est 12 p. 100, contre 22 p. 100 pour celles issues du deuxième œuf.

Pour les autres séries, les effectifs sont faibles, mais la tendance paraît la même. Dans celles de trois œufs ayant donné 3 femelles vivantes à 8 semaines, les nombres des mortes après 8 semaines correspondant aux rangs 1, 2 et 3 sont, dans cet ordre, 12, 22 et 23. Dans les séries plus longues, où le premier œuf donnait une femelle gardée à 8 semaines, nous avons comparé la mortalité de celle-ci à celle de la femelle immédiatement trouvée à la suite dans la même série et le même lot d'éclosion : les nombres respectifs de mortes pour ces deux positions sont 25 et 32.

## INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

L'avantage de croissance léger mais net, manifesté par le zygote éclos du premier œuf d'une série par rapport aux suivants doit être rapporté, d'une façon ou d'une autre, aux caractéristiques différentes des œufs en relation avec leur rang. On sait qu'en moyenne, le premier œuf d'une série est légèrement plus lourd que le ou les suivants, l'écart étant de l'ordre d'un gramme (JULL, 1952 ; STURKIE, 1965 ; ROMANOFF, 1949). Nos résultats indiquent le même ordre de grandeur.

Cet écart explique au moins en partie, peut-être même dans leur totalité, les différences de croissance que nous observons. Cependant, les auteurs ayant étudié la relation entre poids de l'œuf et poids du poulet venant de cet œuf, (par exemple, KOSIN *et al.*, 1953 ; BRAY et ITON, 1962 ; GOODWIN, 1961 ; TINDELL et MORRIS, 1964 ; MERRITT et GOWE, 1964 ; HARTMANN, 1964) trouvent, dans l'ensemble, des écarts de l'ordre de 5 à 6 g à 8 semaines par gramme de poids d'œuf supplémentaire, soit moins que les différences que nous observons dans les séries. Il est possible que d'autres caractères des œufs ajoutent leurs effets à celui du poids. Aussi, d'après ROMANOFF, le premier œuf d'une série est plus allongé, a un jaune très légèrement plus grand, une coquille un peu moins épaisse pour les cycles de deux œufs. Par contre, TAYLOR et LERNER (1939) trouvent un pourcentage de coquille un peu plus élevé pour le premier œuf, au moins dans une lignée à faible épaisseur moyenne de coquille.

Étant donnée l'importance limitée des écarts observés dans la présente étude, nous n'avons pas jugé nécessaire d'entreprendre une analyse de covariance apportant une correction pour les poids d'œufs.

Nos résultats n'indiquent pas de différence nette, concernant la ponte des premiers mois, entre poulettes, suivant le rang de leur œuf d'origine.

L'observation la plus intéressante est la relation entre position dans la série et mortalité embryonnaire, puis mortalité juvénile et adulte des poulettes. A ces deux stades, la comparaison favorise les zygotes venant du premier œuf, dans les séries de deux ; il en est peut-être de même dans les séries plus longues après 8 semaines. Seul, le stade intermédiaire 0-8 semaines ne laisse pas voir de différence nette.

L'hypothèse d'un hasard est très improbable, spécialement aux âges postérieurs à 8 semaines, vu le degré de signification obtenu. Il serait donc souhaitable d'étendre ces observations à d'autres populations.

Les différences de mortalité enregistrées ne paraissent pas attribuables aux légères fluctuations du poids des œufs liées à la position dans la série : il n'apparaît aucune relation entre le taux de survie d'une femelle et le poids de l'œuf dont elle provient. Ainsi, la comparaison (méthode des couples), pour la même mère et la même date d'éclosion, du poids d'un œuf ayant donné une poule morte après 8 semaines avec celui d'un autre œuf pris au hasard, ayant donné une poule survivante, donne le résultat suivant sur 302 couples, de 1962 à 1965 :

Poids moyen de l'œuf pour les survivantes : 55,3 g<sup>1</sup> = 0,60 (N.S.)

Poids moyen de l'œuf pour les mortes : 55,2 g<sup>1</sup>

Des données plus complètes seront publiées séparément sur ce point.

Ces remarques n'ont pas, à première vue, d'utilisation immédiatement pratique. Leur intérêt est plutôt de montrer l'influence non négligeable de certains « effets prolongés » liés à des caractères de l'œuf variables dans le temps pour une même mère, effets qui contribueront à augmenter la variance indépendante du génotype individuel. Il est utile d'évaluer l'importance des divers facteurs responsables de cette variance, et les données présentes montrent que celle des « effets prolongés » n'est pas négligeable, au moins, dans notre cas, pour la mortalité.

La connaissance de tels faits pose par ailleurs le problème de leur mécanisme physiologique. Le jour où ce dernier serait élucidé, des possibilités nouvelles d'action sur les performances par l'application de certains traitements aux parents ou aux œufs pourraient peut-être être envisagées.

*Reçu pour publication en avril 1968.*

## SUMMARY

### « PROLONGED EFFECTS » IN THE HEN. RELATIONSHIP BETWEEN THE POSITION OF THE EGG IN THE CLUTCH AND THE PERFORMANCE OF THE YOUNG

In three populations of related origin, from 1959 to 1967, the rank in the egg-laying series (clutch) was recorded for each egg giving a pedigree chick, so as to evaluate its possible influence on the young's performance. Intra-series comparisons were limited to birds hatched the same day and reared together.

On the whole, 8-week weight is significantly higher ( $P < .01$ ) for females hatched from the first egg, in 2- and 3-egg series. Although the difference (10 to 15 grams) is of limited importance, it may not be entirely due to the difference in weight between the first egg and the following ones.



For males, a difference in the same direction was found in 3-egg, but not in 2-egg series.

The rank in the series has apparently no influence on the number of eggs laid from onset of production to about 10 months of age.

On the contrary, there is a clear-cut relation, in our flock, between this rank on the one hand, embryonic and pullet mortality (8 weeks to 10 months of age) on the other. At these two stages, zygotes coming from the first egg are favoured in 2-egg series : after 8 weeks, the mortality rate is 12 per cent for rank 1 pullets, 22 per cent for pullets with rank 2 ( $P < 0.001$ ). This seems to be true for longer series as well. This is not dependent on the slight fluctuations of egg weight according to clutch position, as the weight of an egg bears no relation, in our populations, to the mortality of the female hatched from it.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALLEN C. P., 1962. The contribution of the plasmon to specific reciprocal cross differences in poultry. *Poult. Sci.*, **41**, 825-839.
- BECKER W. A., 1963. Length of preincubation storage of turkey eggs and its effects on body weight. *Poult. Sci.*, **42**, 1356-1359.
- BRAY D. F., ITON E. L., 1962. The effect of egg weight on strain differences in embryonic and post-embryonic growth in the domestic fowl. *Brit. Poult. Sci.*, **3**, 177-188.
- BUSS E. G., BOUCHER R. V., MAW A. J. G. 1959. Physiological characters associated with a mutant gene in chickens that causes a deficiency of riboflavin. 1. Eggs and embryos. *Poult. Sci.*, **38**, 1192 (Abstr.).
- COCK A. G., MORTON J. R., 1963. Maternal and sex-linked effects on size and conformation in domestic fowl. *Heredity*, **18**, 337-350.
- DAVID J., 1959. Influence de l'état physiologique des parents sur les caractères des descendants. Étude chez *Drosophila melanogaster* MEIG. *Ann. Génét.*, **2**, 41-118.
- GOODWIN K., 1961. Effect of hatching egg size and chick size upon subsequent growth rate in chicken. *Poult. Sci.*, **40**, 1408-1409 (Abstr.).
- GOODWIN K., LAMOREUX W. F., DICKERSON G. E., 1960. Maternal effects in chickens as influenced by age of dams. *Poult. Sci.*, **39**, 1253 (Abstr.).
- GOODWIN K., LAMOREUX W. F., DICKERSON G. E., 1964. Maternal effects in chickens : Performance of daughters from dams of differing ages. *Poult. Sci.*, **43**, 1435-1442.
- HARTMANN W., 1964. The relationship of hatching egg weight and growth in broilers. *6th Poultry Breeders Round Table*, Cheltenham.
- JULL M. A., 1952. *Poultry breeding*. J. Wiley and Sons, New York.
- KOSIN I. L., ABPLANALP H., GUTTIÉREZ J., CARVER J. S., 1952. The influence of egg size on subsequent early growth of the chick. *Poult. Sci.*, **31**, 247-254.
- LANDAUER W., 1961. The hatchability of chicken eggs as influenced by environment and heredity. *Monograph I, Storrs agric. exper. Station*, Storrs (U. S. A.).
- LERNER I. M., 1958. *The genetic basis of selection*. J. Wiley and Sons, New York.
- MAW A. J. G., 1954. Inherited riboflavin deficiency in chicken eggs. *Poult. Sci.*, **33**, 216-217.
- MÉRAT P., LACASSAGNE L., 1960. Taux d'éclosion et position de l'œuf dans la série chez la poule. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **1**, 101-104.
- MÉRAT P., 1966. Effets maternels liés à des gènes connus chez les volailles. *C. R. XIII<sup>e</sup> Congr. mondial aviculture*, Kiev, 76-80.
- MÉRAT P., 1967. Contribution à l'étude de la « valeur sélective » associée à quelques gènes chez la poule domestique : II. « Effets maternels ». *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **7**, 183-203.
- MERRITT E. S., 1964. Pre-incubation storage effects on subsequent performance of chickens. *Brit. Poult. Sci.*, **5**, 67-73.
- MERRITT E. S., GOWE R. S., 1964. Post-embryonic growth in relation to egg weight. *Poult. Sci.*, **44**, 477-480.
- POWELL J. C., BOWMAN J. C., 1964. An estimate of maternal effects in early growth characteristics and their effects upon comparative tests of chicken varieties. *Brit. Poult. Sci.*, **5**, 121-132.
- ROMANOFF A. L., ROMANOFF A. J., 1949. *The avian egg*. 1<sup>st</sup> éd. J. Wiley and Sons, New York.
- STURKIE P. D., 1965. *Avian physiology*, 2<sup>e</sup> éd., Comstock publishing associate division of Cornell University, Ithaca, New York.
- TAYLOR L. W., LERNER I. M., 1939. Inheritance of egg shell thickness in *White Leghorn* pullets. *J. Agric. Res.*, **58**, 383-396.
- TEMPLE R. W., JAAP R. G., 1961. Age of dam and response to selection for increased weight of the Bursa of Fabricius in day-old chicks. *Poult. Sci.*, **40**, 1355-1359.
- TINDELL D., MORRIS D. R., 1964. The effects of egg weight on subsequent broiler performance. *Poult. Sci.*, **43**, 534-539.