

POLYMORPHISMES BIOCHIMIQUES DE LA POULE DOMESTIQUE

III. — ÉTUDE DES PROTÉINES DE L'ALBUMEN DE LA SOUCHE *MARANS S 33*

G. CROIZIER ⁽¹⁾ ⁽²⁾

avec la collaboration technique de J. P. HARSCOAT

*Station de Recherches avicoles,
Centre de Recherches de Tours, 37-Nouzilly
Institut national de la Recherche agronomique*

RÉSUMÉ

Les variants électrophorétiques *C* de la conalbumine et *M* de l'ovoglobuline G_3 sont caractéristiques des protéines de l'œuf de la souche de poule *Marans S 33*. L'analyse génétique révèle que l'ovoglobuline G_3 .*M* est sous la dépendance du gène G_3^M de la série allélique au locus G_3 .

La présence d'un nouveau constituant mineur parmi les protéines de l'albumen chez des sujets d'origine *S 33* constitue une particularité supplémentaire. La synthèse de cette nouvelle protéine, appelée provisoirement protéine *X*, est réalisée par les seuls sujets possédant l'allèle Tf^c du gène de structure de la conalbumine.

Deux séries d'hypothèses sont proposées pour rendre compte de la présence de la protéine *X*. Dans la première explication, on considère que la protéine *X* est un allomère de la conalbumine. On fait appel à l'existence d'un nouveau gène de structure *X* indépendant du gène Tf de la conalbumine dans la seconde explication.

INTRODUCTION

La souche *S 33* de race *Marans* possède une structure génétique particulière pour les variants des protéines de l'albumen. Nous avons déjà signalé dans cette souche les variants nouveaux *C* de la conalbumine et *M* de l'ovoglobuline G_3 (CROIZIER, 1966 et 1967). Nous y avons observé par la suite la présence d'un constituant mineur des protéines de l'albumen associé au variant *C* de la conalbumine.

Le présent mémoire est consacré à la description originale de ce constituant

⁽¹⁾ Adresse actuelle : Station de Recherches cytopathologiques I.N.R.A., 30-Saint-Christol-les-Alès.

⁽²⁾ Les éléments de ce mémoire ont été exposés dans une thèse de spécialité : Étude du polymorphisme des protéines de l'albumen chez *Gallus gallus L.* Faculté des Sciences, Paris, 1969, 93 p. ronéoté.

mineur des protéines du blanc d'œuf de poule, à l'étude de l'association génétique entre ce constituant particulier de l'œuf et le variant C de la conalbumine, et à l'analyse du variant de l'ovoglobuline G_3 propre à la souche S 33.

I. — MATÉRIEL ET MÉTHODES

Matériel animal

La souche S 33 a été sélectionnée par M^{me} BURN-COSMI, sélectionneur du S.N.A.A. (Syndicat national des Aviculteurs agréés), à partir de poules de race *Marans*. L'obtention d'œufs roux foncé était le but principal de la sélection de cette souche.

Les œufs qui servent de matériel à cette étude sont identifiés après contrôle de ponte dans des nids-trappe. Les pondeuses de la souche pure ou hybrides de S 33 sont toutes d'ascendance connue depuis plusieurs générations.

Les observations portent sur 20 poules de race pure en 1965 et sur 583 hybrides les trois années suivantes.

Technique d'électrophorèse

La technique d'électrophorèse en gel d'amidon est celle décrite par KRISTJANSSON (1963). Les systèmes de solutions tampons sont ceux de FERGUSON et WALLACE (1961) et de KRISTJANSSON (1963).

L'albumen des œufs est utilisé tel quel pour l'analyse, ou selon les besoins après conservation à -20°C .

Pour cette étude, l'électrophorèse est arrêtée dès que la ligne brune du front de migration se trouve à 5 centimètres de la ligne d'insertion. Les échantillons sont insérés à 4 centimètres du bord cathodique du gel. La résolution électrophorétique dans la région de l'électrophorogramme correspondant à la conalbumine et aux ovoglobulines en est améliorée. Du fer en quantité suffisante est ajouté au milieu afin de saturer la conalbumine.

II. — RÉSULTATS

1. Description de la fraction électrophorétique X

Dans le protéinogramme de l'albumen des poules de génotype Tf^B/Tf^C et Tf^C/Tf^C on note une fraction électrophorétique nouvelle située en système tampon FERGUSON-WALLACE et dans celui de KRISTJANSSON entre les fractions les plus mobiles du variant B de la conalbumine et le variant B de l'ovoglobuline G_2 . Cette protéine est désignée provisoirement par la lettre X, la fraction électrophorétique correspondante est fléchée sur la figure 1. Notons qu'il existe pour un variant donné de conalbumine plusieurs fractions électrophorétiques. De la cathode vers l'anode se succèdent une fraction quantitativement majeure surmontée d'une fraction mineure qui s'en détache plus ou moins, et un doublet de bandes bien écartées des précédentes. L'intensité et la netteté des diverses fractions mineures sont sujettes à des variations imputables à divers facteurs : facteurs individuels, conservation des œufs et conditions de l'électrophorèse. Les mobilités de ces différentes fractions ainsi que celle de la fraction X sont parfaitement définies.

L'observation de la fraction X à partir de l'albumen des sujets de génotype

Tf^C/Tf^C n'offre pas de difficulté. Cette même fraction est reconnue chez les hétérozygotes Tf^B/Tf^C par comparaison à celle des sujets Tf^C/Tf^C lors de migration en parallèle sur un même gel d'amidon. La fraction X des hétérozygotes est alors un peu moins visible mais elle présente la même mobilité que celle observée chez les homozygotes. Cette fraction est absente chez les homozygotes Tf^B/Tf^B .

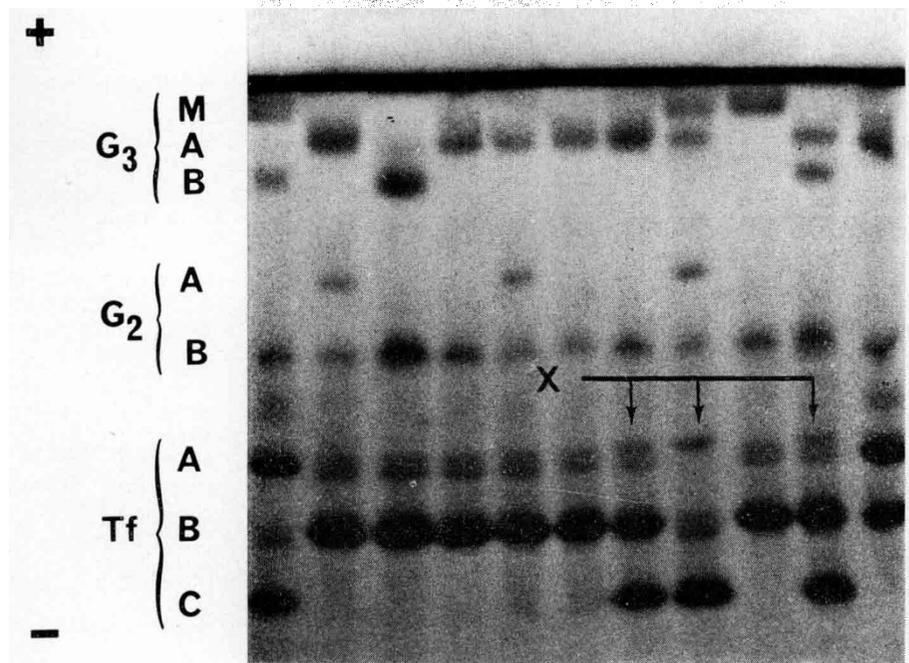


FIG. 1. — Protéinogramme d'albumen de diverses formules génétiques
 Les lettres M, A, B et C de la partie gauche de l'illustration désignent les différentes formes ou variants génétiques de l'ovoglobuline $G_3(G_3)$, de l'ovoglobuline $G_2(G_2)$ et de la conalbumine (Tf).
 Les zones fléchées sur la photographie correspondent au constituant X associé au variant C de la conalbumine.

En présence du variant A de la conalbumine la fraction X ne peut, dans les conditions expérimentales actuelles, être mise en évidence car elle possède la même mobilité que la première fraction mineure de la conalbumine de type A.

La protéine X est présente ou absente dans tous les œufs pondus par une même poule. Cette protéine n'est pas affectée par la conservation comme le sont les pré-conalbumines ou ovoïnhibiteur (CROIZIER et SAUVEUR, 1967; BAKER, 1968). La teneur de l'albumen en protéine X varie dans des limites étroites. La valeur moyenne de cette teneur n'est pas déterminée; elle est de l'ordre de grandeur de 1 p. 100 des protéines totales.

2. Association génétique entre la protéine X et le variant C de la conalbumine

L'observation des séries de protéinogrammes d'albumen des poules de souche S 33 montre la présence simultanée dans les mêmes échantillons de la protéine X et du variant C de la conalbumine. De l'analyse génétique résumée dans le tableau 1,

TABLEAU 1

Répartition de la protéine X selon les groupes albuminiques de conalbumine pour divers types d'appariement.

Type d'appariement				Composition phénotypique chez les poulettes de la F ₁		
♂♂		♀♀		Tf.BB	Tf.BC	Tf.CC
n ⁺	phénotype	n ⁺	phénotype			
2	Tf.BB	8	Tf.BC	0/42 ⁺⁺	38/38	—/—
3	Tf.BC	7	Tf.BB	0/45	40/40	—/—
3	Tf.BC	8	Tf.BC	0/12	18/18	8/8
1	Tf.CC	3	Tf.CC	—/—	—/—	19/19

⁺ n = nombre de reproducteurs pour chaque type de croisement.

⁺⁺ le premier nombre de la fraction représente celui des porteurs de la protéine X; le second nombre indique l'effectif de la case considérée.

il ressort également que la synthèse de la protéine X par les poules n'est réalisée que si elles héritent d'au moins un allèle Tf^c. Cette protéine est absente de tous les autres troupeaux que nous avons étudié et dans lesquels existent les variants A et B de la conalbumine. Dans les autres troupeaux où se trouvent des variants de même mobilité que celle du variant C de la poule Marans S 33, la présence de la protéine X n'a pas été signalée (BAKER, 1967 et STRATIL, 1968).

3. Analyse génétique du variant M de l'ovoglobuline G₃

L'existence d'un variant de l'ovoglobuline G₃ de mobilité électrophorétique élevée chez la poule Marans a été relevée (CROIZIER, 1966); la lettre J fut retenue à l'origine pour désigner ce variant. A la suite de comparaisons inter-laboratoires des différents variants des protéines de l'albumen, un accord sur la nomenclature attribue la lettre M au variant propre à la poule Marans et conserve la lettre J pour désigner le variant rencontré chez la poule de Jungle (BAKER, CROIZIER, STRATIL et MANWELL, sous presse). La nomenclature utilisée dans ce travail est conforme aux recommandations des auteurs précités.

Les résultats de l'analyse génétique contenus dans le tableau 2 sont compatibles avec une hypothèse de triallélisme. L'ovoglobuline $G_3.M$ est sous le contrôle du gène G_3^M allèle des gènes de structure autosomaux et codominants G_3^A et G_3^B qui conditionnent l'existence des variants A et B de l'ovoglobuline G_3 .

TABLEAU 2

Résultats globaux des ségrégations pour le locus G_3 dans les tests d'allélisme chez la Marans S 33

Géniteurs			Descendants					
♂	♀	n^+	Phénotypes					
			A^{++}	B	M	AB	AM	BM
AB^{++}	MB^{++}	1		0		1	1	1
MA	AA	4	5				1	
	AB	3	3			1	2	4
	AM	1	1			1	1	
	BM	2			0	1	3	2
AB	AA	2	1			1		
	MA	1	0			1	0	1
	MB	1		0		2	0	2
MA	AA	1	0				2	
	AB	1	1			1	0	1
	MB	1			2	0	1	1
AA	AB	2	3			4		
	AM	2	2				8	
	MM	1					2	
MB	AA	3				7	2	
	AB	1				3	1	
	BB	1		1				0
	MB	1		3				1
AB	AA	1	1					
	AB	1	1		0			
	MB	2			2		1	2

$^+ n$ = nombre de mères pour chaque type d'appariement.

$^{++}$ Les génotypes et phénotypes sont notés en écriture simplifiée.

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Le polymorphisme des protéines de l'albumen de la souche *S 33* est remarquable. On rencontre le variant *M* de l'ovoglobuline G_3 seulement chez la *Marans S 33* et le variant *C* de la conalbumine n'est rencontré que dans de rares autres souches de poules *Marans* ainsi que dans un troupeau de poule d'origine *Cornish*. BAKER (1968) explique la présence de la conalbumine *C* chez des poules de ces deux races en faisant appel à un ancêtre commun, le *Combattant indien*. La situation présentée par la race *Marans* et notamment par sa souche *S 33* contraste avec celle des autres races de poules domestiques auxquelles il ne peut être associé de variant particulier des protéines de l'albumen.

L'examen de la nature de la protéine *X* et de son association avec le variant *C* de la conalbumine mérite de retenir l'attention. Nous proposons une alternative de travail pour rendre compte des faits expérimentaux rapportés. Dans une première hypothèse on considère la protéine *X* comme un allomère de la conalbumine. Cet allomère n'existe que chez le variant *C* de la conalbumine. Cette position présente l'avantage d'expliquer naturellement la transmission héréditaire de la protéine *X* qui n'est qu'une certaine forme moléculaire de conalbumine. Il reste alors à trouver le type d'allomérisation en cause. On peut se demander en particulier si la relation qui existe entre la conalbumine *C* et la protéine *X* n'est pas de même nature que celle qui existe entre la conalbumine et la transferrine sérique de la poule. Dans la seconde hypothèse, on considère par oppositions, la protéine *X* comme étant spécifiquement distincte de la conalbumine. On admet alors un gène de structure *X* différent des gènes de structure du locus *T*. Il reste en particulier à comprendre en quoi l'événement mutationnel qui conduit au variant *C* de la conalbumine est lié à celui qui permet la synthèse de la protéine *X*.

Aucun argument décisif ne permet pour le moment d'opter pour l'une ou l'autre de ces alternatives. Nous sommes donc à ce point en présence d'un constituant mineur des protéines de l'albumen mis en évidence chez des poules d'une origine génétique bien particulière.

La présence chez la poule *Marans S 33* de deux variants spécifiques — variant *C* de la conalbumine et *M* de l'ovoglobuline G_3 — et d'un constituant particulier des protéines de l'albumen — protéine *X* —, souligne la composition très originale des groupes albuminiques de cette population animale génétiquement bien isolée.

Reçu pour publication en mars 1970.

REMERCIEMENTS

Nous remercions très vivement MM. F. GROSCLAUDE et B. RIBADEAU-DUMAS du Centre national de Recherches zootechniques dont les remarques et suggestions ont contribué grandement à l'amélioration de ce texte.

SUMMARY

BIOCHEMICAL POLYMORPHISMS IN THE DOMESTIC HEN.
 III. — ALBUMEN PROTEINS IN THE MARANS S 33 STRAIN.

The electrophoretic *C* variants of conalbumin and *M* variants of G_3 ovoglobulin are characteristic of the egg proteins of the *Marans S 33* hen strain. Genetic analysis shows that the G_3M ovoglobulin is dependent on the G_3^M gene of the allelic series at G_3 locus.

The presence of a new minor component among the albumen proteins in *S 33* subjects constitutes an additional peculiarity. The synthesis of this new protein, provisionally called protein *X*, is accomplished only by subjects possessing a Tf^c allele in the conalbumin structural gene.

Two series of hypotheses are proposed to account for the presence of protein *X*. The first one supposes that protein *X* is an allomer of conalbumin. The second supposes that there is a new gene, which is independent of the conalbumin *Tf* gene.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BAKER C. M. A., 1967. Molecular genetics of avian proteins. VII. Chemical and genetic polymorphism of conalbumin and transferrin in a number of species. *Comp. Biochem. Physiol.*, **20**, 949-973.
- BAKER C. M. A., 1968. The proteins of egg white. In: *Egg quality: A study of the Hen's egg*. T. C. Carter Oliver and Boyd. Edinburgh, London.
- BAKER C. M. A., CROIZIER G., STRATIL A., MANWELL C., 1970. Identity and nomenclature of some protein polymorphisms of chicken eggs and sera. *Adv. Genet.* (sous presse).
- CROIZIER G., 1966. Polymorphismes biochimiques de la poule domestique. I. Analyse génétique des protéines du blanc d'œuf chez les poules de races françaises et étrangères. *Ann. Biol. anim. Biochim. Biophys.*, **6**, 379-388.
- CROIZIER G., 1967. Polymorphismes biochimiques de la poule domestique. II. Contrôle génétique du polymorphisme de la transferrine. *Ann. Biol. anim. Biochim. Biophys.*, **7**, 173-182.
- CROIZIER G., SAUVEUR B., 1967. Étude des modifications du comportement électrophorétique des protéines de l'albumen au cours de la conservation des œufs de poule. *Ann. Biol. anim. Biochim. Biophys.*, **7**, 317-321.
- FERGUSON K. A., WALLACE A. L. C., 1961. Starch-gel electrophoresis of anterior pituitary hormones. *Nature, Lond.*, **190**, 629-630.
- KRISTJANSSON F. K., 1963. Genetic control of two prealbumins in pigs. *Genetics*, **48**, 1059-1063.
- STRATIL A., 1968. Transferrin and albumin loci in chickens *Gallus gallus L.* *Comp. Biochem. Physiol.*, **24**, 113-122.