

ÉTUDE DES MESURES DE CONFORMATION DU POULET

V. — VARIABILITÉ PHÉNOTYPIQUE ET GÉNÉTIQUE DES MENSURATIONS DE CARCASSE DANS UNE SOUCHE DE TYPE « CORNISH »

F.-H. RICARD et R. ROUVIER

avec la collaboration technique de G. MARCHE

Station expérimentale d'Aviculture du Magneraud, 17 - Saint-Pierre-d'Amilly,

Station centrale de Génétique animale,

Centre national de Recherches zootechniques, 78 - Jouy-en-Josas

Institut national de la Recherche agronomique

SOMMAIRE

Nous avons étudié le poids vif et 9 mensurations de carcasse sur 150 coquelets et 150 poulettes d'une souche *Cornish* sélectionnée selon une orientation « mâle-chair ». Ces animaux étaient âgés de 59 jours et ont été obtenus en 6 lots d'éclosion, selon un plan d'accouplement hiérarchique.

Nous observons des différences entre moyennes de lots pour le poids vif, mais les variances intra-lots sont homogènes. Quand on regroupe les 6 lots, on obtient un bon ajustement à la loi normale et les liaisons des 9 mensurations par rapport au poids vif peuvent être considérées comme linéaires.

Les héritabilités sont élevées, principalement en ce qui concerne la longueur du bréchet et le diamètre de la patte. Nous observons un effet génétique lié au sexe pour l'angle de poitrine.

Les corrélations entre valeurs brutes des variables sont moins élevées, dans l'ensemble, que celles que nous avons observées précédemment sur des coquelets *Bresse-pile*. En particulier, l'angle de poitrine est en corrélation faible, ou même négative, avec les autres caractères. L'analyse en composantes principales de ces corrélations fait apparaître un facteur de variation lié à la taille générale ainsi qu'un facteur de compacité des carcasses, comme dans nos études précédentes. Les composantes suivantes correspondent à des oppositions entre mensurations du tronc et mensurations du membre postérieur. Elles sont plus faciles à interpréter sur le plan phénotypique que sur le plan génétique. Au total, les 4 premières composantes principales permettent de décrire, quantitativement, et de façon indépendante, la taille générale et la forme corporelle.

INTRODUCTION

Nous avons étudié en détail la variabilité phénotypique et génétique de nombreuses mensurations de carcasse sur des coquelets de la souche *Bresse-pile* (ROUVIER

et RICARD, 1966 ; RICARD et ROUVIER, 1966). Nous observons des héritabilités élevées et des corrélations souvent fortes avec le poids vif. L'analyse des corrélations entre mensurations selon la méthode des composantes principales nous a permis de décrire la conformation à partir, essentiellement, d'un facteur de taille générale et d'un facteur de forme lié à la compacité des carcasses.

A notre connaissance, il n'existe pas d'autre travail, ayant fait l'objet d'une publication, sur la variabilité génétique intra-souche des mensurations prises sur la carcasse du poulet.

Sur le poulet vivant, le caractère dont on a le plus souvent analysé la variabilité génétique est l'angle de poitrine, probablement parce qu'il est fortement lié à une bonne présentation de la carcasse. C'est ainsi que COLLINS et *al.* (1950) donnent les résultats d'accouplements obtenus selon un plan diallèle dans une souche de *Rhode-Island*. KISH (1953) ainsi que COOK et *al.* (1956) étudient des souches de *New-Hampshire*, SIEGEL et ESSARY (1959), puis SIEGEL (1962 a, 1962 b) une souche de *Plymouth-Rock*. GODFREY et GOODMAN (1956) ainsi que BRUNSON et *al.* (1956) travaillent sur des poulets *New-Hampshire*, *Silver-Oklabar* et leurs croisements. MERRITT (1966) a créé et étudié en détail une souche synthétique maintenue sans sélection : l'*Ottawa Meat Control Strain*. Quelques travaux portent sur d'autres mensurations telles que la largeur des masses musculaires pectorales, la longueur du bréchet, la hauteur de poitrine, la longueur de la patte. C'est le cas de LERNER et *al.* (1947), DILLARD et *al.* (1953) et ABPLANALP et *al.* (1959) qui étudient des souches de *New-Hampshire*, de KAN et *al.* (1959) qui font des croisements diallèles entre *Leghorn* et *New-Hampshire* ainsi que de MERRITT sur sa souche *Ottawa*.

Les souches synthétiques *Silver-Oklabar* et *Ottawa* ont été créées à partir de différents types d'animaux, dont des souches *Cornish*. Curieusement, on ne trouve pas de publication concernant la variabilité génétique de poulets de type purement *Cornish*, alors que cette race est universellement utilisée pour la production du poulet de chair. C'est pourquoi nous croyons utile de présenter les résultats obtenus à la Station du Magneraud sur une souche *Cornish* sélectionnée essentiellement sur la vitesse de croissance et utilisée comme « mâle-chair ». Nous avons travaillé sur les 9 mensurations qui, d'après nos études précédentes, permettent de bien décrire la conformation et peuvent donc intéresser le sélectionneur.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Cent cinquante mâles et 150 femelles prélevés dans 6 lots de poulets éclos à l'automne 1965 ont été abattus à l'âge de 59 jours. Initialement, nous avons prévu un plan d'accouplement hiérarchique comprenant 10 coqs et 3 poules par coq. Pour cela, nous avons constitué 19 parquets pedigres de 1 coq et 5 poules et nous avons choisi les 10 coqs et les 30 poules ayant suffisamment de descendants pour donner 5 enfants de chaque sexe par couple, le choix des enfants étant fait au hasard dans les 6 lots d'éclosion. En pratique, ce schéma a pu être réalisé pour 16 poules. Dans les autres cas, le nombre d'enfants d'un même sexe varie de 2 à 7 pour les poules et de 12 à 16 pour les coqs. De plus, par suite d'une erreur de numérotage, l'un des coqs a eu l'un de ses descendants mâles issu d'une quatrième poule.

Pour chaque poulet, le poids vif a été déterminé immédiatement avant l'abattage, après un jeûne complet d'environ 16 heures. Sur la carcasse plumée, nous avons mesuré la longueur du tronc, la longueur du bréchet, la hauteur de poitrine, la largeur du thorax, l'angle de poitrine, la longueur du pilon, la longueur de la patte, le tour du pilon et le diamètre de la patte. Ces mensurations ont été

décrites en détail précédemment (RICARD et ROUVIER, 1965). La même personne a effectué toutes les mesures sur toutes les carcasses.

Notre travail sur les mensurations de carcasse de poulets *Bresse-pile* avait montré que la largeur du thorax et le diamètre de la patte étaient les mesures les moins précises parmi celles que nous étudions ici (ROUVIER et RICARD, 1966). Par ailleurs, l'angle de poitrine apparaissait comme une mesure particulièrement intéressante. Dans le cas du présent échantillon, ces trois mesures ont été prises en double sur chaque poulet et dans les calculs, nous avons utilisé la somme des deux répétitions.

Vingt coquelets et 21 poulettes ont été mesurés 2 fois (4 fois pour la largeur du thorax, l'angle de poitrine et le diamètre de la patte). Nous avons ensuite calculé le coefficient de fidélité selon la formule

$$\rho = 1 - \frac{\sigma_e^2}{\sigma_x^2} \text{ (cf. RICARD et ROUVIER, 1965)}$$

où σ_e^2 est la variance de l'erreur aléatoire exprimée à partir des 41 écarts entre les deux répétitions de la mesure et σ_x^2 la variance du caractère calculée intra-sexe pour la totalité des poulets.

Nous avons calculé les paramètres statistiques de chaque variable et les corrélations phénotypiques totales après avoir regroupé les animaux des 6 lots. L'influence du lot d'éclosion sur les moyennes et les variances a été étudiée pour le poids vif seulement, et nous avons testé la linéarité des liaisons des 9 mensurations par rapport au poids vif. Les calculs correspondants pour les autres variables n'ont pas été entrepris étant donné leur volume et le fait que nos travaux précédents ont montré que ce qui était vrai pour le poids se retrouvait le plus souvent pour les mensurations de carcasse.

Les composantes « mère » et « père » des variances, obtenues par une analyse hiérarchique, ont permis de calculer des estimations des héritabilités par les formules classiques (LERNER, 1950) suivantes :

$$h^2 \text{ mère} = \frac{4 \hat{\sigma}_m^2}{\hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_m^2 + \hat{\sigma}_p^2} \quad h^2 \text{ père} = \frac{4 \hat{\sigma}_p^2}{\hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_m^2 + \hat{\sigma}_p^2}$$

où $\hat{\sigma}_e^2$, $\hat{\sigma}_m^2$ et $\hat{\sigma}_p^2$ sont respectivement les estimations de la variance intra-famille et des composantes mère et père de la variance pour le caractère étudié.

A partir de l'analyse hiérarchique des covariances, nous avons recherché une estimation des corrélations génétiques globales « mère + père » en utilisant la formule :

$$r_G = \frac{c\hat{ov}_m(xy) + c\hat{ov}_p(xy)}{\sqrt{(\hat{\sigma}_m^2 + \hat{\sigma}_p^2)(\hat{\sigma}_{m_y}^2 + \hat{\sigma}_{p_y}^2)}}$$

où x et y représentent les 2 variables considérées et $c\hat{ov}_m$ et $c\hat{ov}_p$ les estimations des composantes mère et père de la covariance.

Les corrélations phénotypiques et génétiques globales entre les 9 mensurations de carcasse ont été analysées par la méthode des composantes principales (HOTELLING, 1933), des 1 étant mis dans la première diagonale des tableaux de corrélations. La variance analysée, somme des variances des 9 caractères, est donc égale à 9. Comme dans notre travail sur le poulet vivant (ROUVIER et RICARD, 1965) nous avons calculé la corrélation entre le poids vif et les composantes principales obtenues dans l'analyse phénotypique en utilisant la formule :

$$r_{y_n, z} = \frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} \sum u_{n_i} r_{x_i, z}$$

où λ_n est la valeur propre de la composante principale y_n , u_{n_i} est l'élément du vecteur propre correspondant à la mensuration x_i et où $r_{x_i, z}$ est la corrélation phénotypique entre la mensuration x_i et le poids vif z .

La plupart des calculs ont été réalisés sur ordinateur IBM-1620 au Département de Génétique animale.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

I. Étude individuelle des variables

Les résultats obtenus pour le poids vif sont indiqués dans le tableau 1.

Les coefficients de variation, de l'ordre de 9 p. 100, sont un peu moins élevés que

ceux que nous avons précédemment trouvés dans les souches *Bresse-pile* et *Sussex* (RICARD et ROUVIER, 1965 ; ROUVIER et RICARD, 1966). Dans ces travaux, nous avons étudié en détail l'influence du lot d'éclosion et la normalité des distributions pour toutes les variables. Les résultats obtenus ici pour le poids vif confirment ce que nous avons déjà observé : le lot d'éclosion influe de façon significative sur les moyennes

TABLEAU I

Étude statistique du poids vif

Caractéristique	Coquelets	Poulettes
1. Paramètres statistiques ⁽¹⁾		
Moyenne (grammes)	1 591,1	1 320,9
Écart-type (grammes).....	149,1	111,2
Coeff. variation (%)	9,4	8,4
2. Test de l'effet lot		
χ^2 homogénéité des variances ..	0,7 NS ⁽²⁾	0,7 NS
F ² moyennes de lots	3,3**	4,2**
3. Ajustement à la loi normale ⁽¹⁾		
Valeur du χ^2 pour 5 DL	9,1 NS	4,0 NS

⁽¹⁾ Lots groupés.

⁽²⁾ NS = Valeur non significative au seuil 5 p. 100.

** = Valeur significative au seuil 1 p. 100.

mais les variances peuvent être considérées comme homogènes ; si on regroupe les lots, la distribution obtenue ne s'écarte pas significativement d'une loi normale. Conformément à nos résultats antérieurs, on peut penser que les résultats n'auraient pas été sensiblement différents pour les autres variables.

Les résultats de l'étude statistique des 9 mensurations de carcasse sont indiqués dans le tableau 2.

Les coefficients de fidélité sont élevés et peu différents de ceux que nous observons pour les carcasses de coquelets *Bresse-pile* (ROUVIER et RICARD, 1966). Nous retrouvons le fait que le coefficient de variation de l'angle de poitrine est plus élevé que celui des autres mensurations. Nous avons discuté ce point dans notre travail sur le poulet vivant (RICARD et ROUVIER, 1965). Il est intéressant de voir que les coquelets et les poulettes ont une même valeur moyenne pour l'angle de poitrine, alors que pour les autres caractères le dimorphisme sexuel est très net. Sur le poulet vivant, nous avons même trouvé une valeur un peu plus élevée chez les femelles. Il se confirme donc que, pour un même poids, les poulettes ont une meilleure conformation thoracique que les coquelets.

Dans le tableau 3, nous indiquons, séparément pour chaque sexe, les héritabilités estimées à partir des composantes « mère » et « père » de la variance, ainsi que la moyenne des 4 valeurs obtenues. Les 4 estimations obtenues ont des précisions diffé-

TABIEAU 2
Étude statistique des mensurations de carcasse

Variable	Unité de mesure	Coefficient de fidélité	Coquelets			Poulettes		
			Moyenne	Écart-type	Coefficient de variation	Moyenne	Écart-type	Coefficient de variation
1. Longueur tronc	mm	0,964	173,0	6,8	3,8	167,7	5,5	3,3
2. Longueur bréchet.....	mm	0,987	101,2	5,5	5,4	96,6	4,5	4,7
3. Hauteur poitrine	mm	0,946	96,3	4,1	4,3	91,1	3,4	4,2
4. Largeur thorax	mm	0,884	60,0	3,4	5,7	55,7	3,1	5,6
5. Angle de poitrine.....	grade	0,983	80,5	5,5	6,8	80,3	5,4	6,7
6. Longueur pilon	mm	0,975	138,7	5,4	3,9	129,9	4,8	3,7
7. Longueur patte	mm	0,978	110,2	4,7	4,3	100,2	3,8	3,8
8. Tour pilon	mm	0,957	122,8	5,2	4,2	112,2	4,5	4,0
9. Diamètre patte	1/10 mm	0,979	106,8	5,4	5,0	95,9	4,5	4,7

rentes, mais leur moyenne permet d'avoir une idée de l'ordre de grandeur des héritabilités pour l'ensemble de notre échantillon.

Bien que les sous-classes ne soient pas d'effectifs égaux, nous avons cherché à préciser la signification des valeurs obtenues, comme si les 150 poulets d'un sexe étaient répartis en 30 familles (10 coqs et 3 poules par coqs) de 5 individus. Dans ce cas, la comparaison des carrés moyens « mère », « père » et « intra-famille » permet de voir si les composantes de l'héritabilité sont significativement différentes de zéro ou non (GRAYBILL, 1961). Dans le tableau 3, nous avons noté d'un astérisque les valeurs

TABLEAU 3
Héritabilités des caractères étudiés

Variable	Coquelets		Poulettes		Moyenne des 4 valeurs
	h^2 mère	h^2 père	h^2 mère	h^2 père	
1. Longueur tronc.....	0,44*	0,64*	0,66*	0,50	0,51
2. Longueur bréchet	1,14*	0,46	1,03*	0,62	0,81
3. Hauteur poitrine	1,12*	0,29	0,62*	0,17	0,54
4. Largeur thorax	0,34	0,43	0,97*	0,25	0,50
5. Angle poitrine	0,53*	0,77*	0,39*	1,01*	0,67
6. Longueur pilon	1,19*	0,09	0,60*	0,46	0,58
7. Longueur patte.....	1,24*	-0,03	0,88*	0,22	0,58
8. Tour pilon	0,54*	0,42	0,76*	0,37	0,52
9. Diamètre patte	1,06*	0,68	0,93*	0,93*	0,90
10. Poids vif	0,45*	0,33	0,61*	0,55*	0,48

* Valeur supposée significativement différente de zéro au seuil 5 p. 100 (voir texte).

correspondant à un F significatif au seuil 5 p. 100. Cette méthode approximative permet de voir que les composantes « mère » sont toujours significatives, à l'exception de la largeur du thorax chez les coquelets. Au contraire, les composantes « père » ne le sont que rarement.

Le fait que les composantes « père » ne soient pas souvent significatives peut s'expliquer par le petit nombre de coqs étudiés (10), d'où une erreur d'échantillonnage importante. Mais on peut aussi penser à l'existence d'un effet maternel, puisqu'on observe souvent une composante mère supérieure à la composante père. Ce résultat est particulièrement net pour la hauteur de poitrine et la longueur de la patte dans les 2 sexes, pour la longueur du pilon chez les coquelets. C'est également ce que trouvaient LERNER et *al.* (1947) pour la longueur du bréchet et BRUNSON et *al.* (1956)

pour l'angle de poitrine. Nous observions en général le phénomène inverse chez les coquelets *Bresse-pile* (RICARD et ROUVIER, 1966).

Pour l'angle de poitrine, dans le présent échantillon, nous obtenons une composante mère inférieure à la composante père, surtout chez les poulettes. La composante père est plus élevée pour les poulettes que pour les coquelets, tandis que c'est l'inverse pour la composante mère. Ces résultats permettent de supposer que dans la souche étudiée il existe des gènes liés au sexe responsable du développement des muscles pectoraux. Un tel effet lié au sexe se retrouve dans les chiffres cités par LERNER et *al.* (1947) pour la largeur de poitrine de poulets *New-Hampshire*, dans ceux de GODFREY et GOODMAN (1956) pour l'angle de poitrine de poulets *Silver-Oklabar* et de SIEGEL et ESSARY (1959) pour l'angle de poitrine de poulets *White Plymouth Rock*. Pour le sélectionneur, l'intérêt des souches où cet effet lié au sexe existe est de pouvoir être utilisées en croisement comme souches fournissant les mâles pères des poulets de chair. Cependant, nous devons signaler que dans la souche étudiée ici, nous n'avons pas retrouvé cet effet lié au sexe pour l'angle de poitrine du poulet vivant mesuré à 8 semaines. Pour les besoins de la sélection, les héritabilités ont été calculées systématiquement sur les poulettes : la moyenne des estimations faites de 1962 à 1967 donne 0,36 pour la composante mère et 0,33 pour la composante père (COCHEZ, données non publiées).

Dans l'ensemble, nous obtenons des héritabilités élevées, comme dans le cas des coquelets *Bresse-pile* étudiés précédemment (RICARD et ROUVIER, 1966). Les valeurs citées dans la littérature pour des mesures prises sur le vivant sont toujours plus faibles : GODFREY et GOODMAN (1956), BRUNSON et *al.* (1956), COOK et *al.* (1956), SIEGEL et ESSARY (1959) et SIEGEL, (1962 *a*) pour l'angle de poitrine ; LERNER et *al.* (1947), DILLARD et *al.* (1953) et ABPLANALP et *al.* (1960) pour la largeur de poitrine, la longueur du bréchet et la longueur de la patte ; MERRITT (1966) pour l'angle de poitrine, la longueur du bréchet et la longueur de la patte. Chaque calcul d'héritabilité dépend de la souche et des conditions du milieu. Mais le fait que les mensurations sur carcasse sont plus précises que les mesures prises sur le poulet vivant peut expliquer en partie nos résultats.

En particulier, les héritabilités sont élevées pour la longueur du bréchet et le diamètre de la patte, résultat qui est confirmé sur le vivant (poulettes de la même souche mesurées à l'âge de 8 semaines). On peut alors penser qu'il est possible de sélectionner une souche de *Cornish* à poitrine allongée et à patte fine, ce que recherche le consommateur français, en plus d'un angle de poitrine élevé. Toutefois, les corrélations qui existent entre ces 3 caractères risquent de limiter l'efficacité de la sélection si on veut à la fois augmenter l'angle de poitrine, augmenter la longueur du bréchet et diminuer le diamètre de la patte. En effet, nous observons une légère opposition entre angle de poitrine et longueur du bréchet tandis que diamètre de la patte et angle de poitrine varient dans le même sens, de même que diamètre de la patte et longueur du bréchet (cf. tabl. 5).

2. Corrélations et variabilité morphologique globale

Les tests de linéarité des liaisons de chaque mensuration par rapport au poids vif sont résumés dans le tableau 4. Aucune valeur de F n'est significative. Le coefficient de corrélation linéaire traduit donc bien les liaisons entre les caractères consi-

dérés. Nous supposons que les liaisons entre les différentes mensurations prises 2 à 2 sont également linéaires. Nous avons vérifié cette hypothèse pour l'une des populations décrites dans RICARD et ROUVIER (1965).

En ce qui concerne les corrélations génétiques, nous avons observé des différences entre les composantes « mère » et « père » plus importantes que dans notre étude sur coquelets *Bresse-pile* (RICARD et ROUVIER, 1966). Mais nos effectifs étant petits pour ce type de calcul, les erreurs d'échantillonnage sont importantes et il nous a semblé plus intéressant d'étudier les corrélations « globales » mère + père. D'autre part, nous avons obtenu une valeur légèrement négative pour l'estimation de la variance « père » de la longueur de la patte. Nous avons utilisé cette estimation telle quelle dans le calcul des corrélations génétiques globales faisant intervenir la longueur de la patte.

TABLEAU 4

Liaison entre les mensurations et le poids vif

Variable	Coquelets			Poulettes		
	F linéarité (1)	Corrélation phénotypique (2)	Corrélation génétique	F linéarité (1)	Corrélation phénotypique (2)	Corrélation génétique
1. Longueur tronc	0,85	0,86	0,89	0,90	0,78	0,78
2. Longueur bréchet.	0,98	0,76	0,88	0,83	0,67	0,79
3. Hauteur poitrine.	0,76	0,73	0,91	1,13	0,62	0,73
4. Largeur thorax.	0,85	0,80	0,67	0,92	0,71	0,94
5. Angle de poitrine	1,08	0,05	0,28	1,03	0,10	0,21
6. Longueur pilon.	0,81	0,77	0,61	1,00	0,76	0,72
7. Longueur patte	0,71	0,80	0,67	0,89	0,74	0,73
8. Tour pilon.	1,00	0,82	0,72	0,89	0,79	0,85
9. Diamètre patte.	0,97	0,57	0,50	0,87	0,39	0,28

(1) Aucune valeur de F n'est significativement supérieure à 1.

(2) Seuil de signification à 5 p. 100 : 0,16.

Nous indiquons dans le tableau 4 la valeur des corrélations observées entre chaque mensuration et le poids vif. Les corrélations entre mensurations de carcasse sont données dans le tableau 5.

Pour l'ensemble, les corrélations phénotypiques sont un peu plus élevées chez les coquelets que chez les poulettes, tandis que les corrélations génétiques sont souvent du même ordre de grandeur pour les 2 sexes. Par rapport aux coquelets *Bresse-pile* étudiés précédemment (RICARD et ROUVIER, 1966), nous obtenons presque tou-

jours des valeurs plus faibles, principalement pour les corrélations génétiques. Ce résultat est particulièrement net pour les corrélations faisant intervenir l'angle de poitrine et le diamètre de la patte. On peut donc s'attendre à une différence sensible entre les 2 souches à ces 2 niveaux.

Il est intéressant de souligner les faibles valeurs des corrélations observées entre

TABLEAU 5

Corrélations entre mensurations

Les valeurs correspondant aux coquelets figurent à gauche de la première diagonale, celles pour les poulettes à droite. Les corrélations phénotypiques (1) sont indiquées sur la première ligne, les corrélations génétiques sur la deuxième.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Longueur tronc		.69 .84	.66 .93	.47 .69	— .23 — .31	.80 .84	.77 .80	.61 .64	.25 .03
2 Longueur bréchet	.78 .84		.65 .85	.41 .87	— .18 — .13	.66 .68	.61 .60	.45 .52	.27 .17
3 Hauteur poitrine	.70 .91	.70 .90		.27 .64	— .33 — .32	.67 .75	.61 .63	.46 .62	.25 .16
4 Largeur thorax	.66 .61	.61 .51	.47 .50		.29 .13	.41 .61	.42 .60	.53 .66	.32 .32
5 Angle poitrine	— .14 — .11	— .11 — .15	— .16 .01	.20 .27		— .19 — .16	— .12 .08	.14 .31	.18 .34
6 Longueur pilon	.82 .77	.67 .59	.67 .70	.51 .18	— .19 — .16		.90 .96	.55 .53	.21 .07
7 Longueur patte	.80 .74	.65 .56	.69 .75	.53 .17	— .13 — .01	.91 .94		.63 .67	.31 .26
8 Tour pilon	.68 .67	.55 .58	.56 .51	.63 .38	.02 .24	.62 .48	.71 .66		.47 .60
9 Diamètre patte	.40 .25	.42 .48	.46 .56	.43 .36	.41 .41	.33 .06	.45 .27	.54 .39	

(1) Seuil de signification à 5 p. 100 = 0,16.

le poids vif et l'angle de poitrine. On doit pouvoir sélectionner ces deux caractères de façon relativement indépendante, et, en particulier, obtenir un petit poulet ayant une bonne conformation pectorale. Les chiffres cités dans la littérature sont assez variables. Des valeurs assez faibles de l'ordre de 0,2 à 0,3 sont données par COLLINS et al. (1950), GODFREY et GOODMAN (1956) pour leur souche *Silver-Oklabar*, COOK et al. (1956) ainsi que par MERRITT (1966). Des chiffres plus élevés sont indiqués par GODFREY et GOODMAN (1956) pour leur souche *New-Hampshire*, par BRUNSON et al.

(1956) et SIEGEL (1962 b). Dans notre étude sur coquelets *Bresse-pile* (RICARD et ROUVIER, 1966) nous observons des valeurs voisines de 0,4.

Les analyses en composantes principales que nous avons faites, permettent d'étudier globalement les corrélations entre les 9 mensurations prises 2 à 2 et de les utiliser pour exprimer la forme corporelle. Dans les tableaux 6 et 7, nous indiquons les résultats correspondant aux 4 premières composantes principales. Ces 4 composantes représentent environ 85 p. 100 de la variance analysée dans le cas des corrélations

TABLEAU 6

Résultats des analyses en composantes principales des matrices des corrélations phénotypiques entre les neuf mensurations de carcasse

Caractéristiques	1 ^e composante		2 ^e composante		3 ^e composante		4 ^e composante	
	coquelets	poulettes	coquelets	poulettes	coquelets	poulettes	coquelets	poulettes
1. Valeurs propres								
Valeur brute.....	5,31	4,73	1,27	1,58	0,69	0,76	0,52	0,53
% variance analysée .	59,00	52,59	14,06	17,54	7,65	8,50	5,74	5,92
2. Corrélations avec les mensurations								
Longueur tronc.....	.92	.89	— .11	— .14	— .17	— .12	— .05	.02
Longueur bréchet ....	.83	.80	— .07	— .14	— .08	— .01	— .42	— .39
Hauteur poitrine ....	.82	.77	— .15	— .31	.14	.17	— .18	— .15
Largeur thorax .....	.73	.59	.40	.53	— .23	— .32	— .23	— .37
Angle poitrine	— .09	— .14	.90	.86	— .27	— .25	.05	.09
Longueur pilon .....	.87	.89	— .23	— .17	— .18	— .17	.25	.21
Longueur patte.....	.90	.89	— .13	— .05	— .06	— .09	.32	.33
Tour pilon .....	.81	.75	.19	.37	.09	.06	.28	.23
Diamètre patte .....	.59	.43	.39	.50	.65	.72	— .01	— .03
3. Corrélations avec le poids vif								
	.93	.89	.51	.24	— .25	— .14	.08	— .03

phénotypiques (tabl. 6), et 93 p. 100 dans le cas des corrélations génétiques (tabl. 7). Ces analyses ne sont pas tout à fait comparables à celles que nous avons faites sur les carcasses de coquelets *Bresse-pile* (RICARD et ROUVIER, 1966), du fait de la différence du nombre de caractères étudiés. Il apparaît cependant que la première composante représente une plus faible fraction de la variance analysée dans notre échantillon de poulets *Cornish*, et par conséquent que c'est l'inverse pour les composantes suivantes.

L'analyse des corrélations phénotypiques conduit à des résultats remarquablement voisins pour les coquelets et pour les poulettes. Dans l'analyse des corrélations génétiques, les résultats sont comparables pour la première composante mais ils présentent quelques variations pour les composantes suivantes, aussi bien quand on compare les 2 sexes que par rapport à l'analyse phénotypique.

La première composante principale est en corrélation positive avec toutes les mensurations, à l'exception de l'angle de poitrine qui présente 3 fois sur 4 une corrélation négative mais de faible valeur absolue. A cette exception près, on peut l'interpréter comme un facteur lié à la taille générale de l'animal. Sur l'ensemble des 4 analyses faites, c'est la longueur du tronc qui présente la plus forte corrélation avec la première composante. Dans nos études précédentes (ROUVIER et RICARD 1965 ; RICARD et ROUVIER 1966), la longueur du tronc était pratiquement sans corrélation

TABLEAU 7

Résultats des analyses en composantes principales des matrices des corrélations génétiques globales entre les neuf mensurations de carcasse

Caractéristiques	1 ^{re} composante		2 ^e composante		3 ^e composante		4 ^e composante	
	coquelets	poulettes	coquelets	poulettes	coquelets	poulettes	coquelets	poulettes
1. Valeurs propres								
Valeur brute.....	5,00	5,36	1,65	1,78	0,94	0,73	0,70	0,63
% variance analysée .	55,58	59,57	18,30	19,78	10,46	8,16	7,80	7,00
2. Corrélations avec les mensurations								
Longueur tronc.....	.95	.94	— .15	— .29	— .17	.01	— .19	.03
Longueur bréchet ....	.88	.88	— .02	— .12	— .33	— .25	.18	— .32
Hauteur poitrine ....	.94	.89	.02	— .25	— .13	— .22	.21	.08
Largeur thorax .....	.56	.83	.46	.18	— .47	— .18	— .46	— .40
Angle poitrine .....	.04	— .07	.82	.85	.46	.33	— .20	— .36
Longueur pilon .....	.79	.88	— .46	— .19	.28	.38	— .06	.12
Longueur patte.....	.84	.87	— .28	.08	.43	.45	.03	.18
Tour pilon .....	.74	.77	.18	.50	.31	— .04	— .21	.45
Diamètre patte .....	.49	.30	.65	.75	.01	— .36	.55	.40

avec les composantes suivantes et pouvait donc être considérée comme caractéristique de la première composante. Ici, les corrélations avec les composantes suivantes ne sont pas négligeables, c'est-à-dire que la longueur du tronc intervient dans la description de la forme corporelle, en plus de sa forte liaison avec la taille générale.

Sur le plan phénotypique, la deuxième composante principale est en corrélation positive avec les mesures de « largeur » et en corrélation négative avec les mesures de « longueur ». Sur le plan génétique, les résultats ne sont pas toujours aussi nets. Mais sur l'ensemble des analyses faites, on peut interpréter la deuxième composante comme un facteur de forme lié à la compacité de la carcasse, comme dans nos études sur la souche *Bresse-pile*. Ici encore, l'angle de poitrine présente une très forte corrélation avec la deuxième composante. Le diamètre de la patte lui est également fortement lié alors que ce n'était le cas que pour l'analyse des corrélations génétiques « père » chez les coquelets *Bresse-pile* étudiés dans RICARD et ROUVIER (1966). Ce résultat confirme la difficulté qu'il y aurait à sélectionner en même temps pour un angle de poitrine élevé et une patte fine, dans la souche étudiée ici.

Dans l'analyse des corrélations phénotypiques, la troisième composante principale apparaît comme un facteur spécifique lié au diamètre de la patte, variant lui-même en légère opposition avec les mesures de largeur de la poitrine (largeur du thorax et angle de poitrine). Un résultat tout à fait comparable a été obtenu récemment par DAVAINE et *al.* (à paraître) dans l'analyse en composantes principales des corrélations intra-familles pour une autre population de *Cornish* et pour des mensurations prises sur le poulet vivant. Pour le présent échantillon, ce résultat se retrouve dans l'analyse des corrélations génétiques, mais au niveau de la quatrième composante et non pas de la troisième. Cette opposition dans les variations génétiques de l'angle de poitrine et du diamètre de la patte montre qu'il reste possible de sélectionner des poulets à angle de poitrine élevé et patte fine. Mais il s'agit d'une possibilité limitée puisque les composantes correspondantes ne représentent que 7 à 8 p. 100 de la variance génétique totale analysée.

Sur le plan phénotypique, la quatrième composante fait apparaître une opposition entre le développement de la cage thoracique (longueur du bréchet, hauteur de poitrine, largeur du thorax) et certaines mensurations du membre postérieur (longueur et tour du pilon, longueur de la patte). Sur le plan génétique, le même phénomène apparaît, quoique de façon moins nette, au niveau de la troisième composante. On peut comparer cette opposition poitrine-membre postérieur au facteur « silhouette » décrit par DAVAINE et *al.* sur le poulet vivant. On peut remarquer que l'angle de poitrine présente ici des corrélations de signe contraire à celles des dimensions squelettiques du thorax : il s'agit d'une mesure du développement musculaire ayant sa variabilité propre, différente de la variabilité de son support squelettique.

Les analyses en composantes principales étant faites sur les corrélations entre mensurations de carcasse, on peut se demander quelles relations existent entre les composantes et le poids vif, ce dernier étant souvent le seul critère utilisé dans la sélection du poulet de chair. Les corrélations entre le poids vif et les composantes obtenues dans l'analyse phénotypique sont indiquées dans le tableau 6. Les résultats observés précédemment sur le poulet vivant (ROUVIER et RICARD, 1965) se retrouvent ici : le poids vif est fortement lié à la composante de taille générale, modérément à la composante de compacité. Il est en corrélation légère ou nulle avec les composantes suivantes. Ce résultat confirme qu'on doit pouvoir obtenir, chez le poulet, une forme corporelle déterminée de façon relativement indépendante du poids vif.

CONCLUSION

Nous avons étudié successivement 2 souches de poulets de types très différents : la souche *Bresse-pile*, maintenue sans sélection, et une souche *Cornish* sélectionnée selon une orientation « mâle-chair ». De nombreux résultats sont identiques dans les 2 cas : le lot d'éclosion influe de façon significative sur les moyennes mais non sur les variances ; l'ensemble de l'échantillon peut être considéré comme distribué normalement ; les liaisons par rapport au poids vif peuvent être considérées comme linéaires ; la variabilité génétique individuelle des caractères étudiés est importante ; la conformation peut se décrire à partir d'expressions de la taille générale et de la forme corporelle. La taille générale est bien représentée par la longueur du tronc et elle est fortement liée

au poids vif. La variation de forme la plus importante est liée à la compacité de la carcasse, elle-même bien représentée par l'angle de poitrine.

L'échantillon étudié ici présente, en outre, quelques particularités intéressantes. Il apparaît une variance génétique liée au sexe pour l'angle de poitrine et ce caractère varie de façon indépendante aussi bien du poids vif que de la taille générale. La variabilité génétique de la longueur du bréchet et du diamètre de la patte est plus importante que pour les coquelets *Bresse-pile*. Chez ces poulets *Cornish*, sélectionnés en premier lieu pour la vitesse de croissance, la variabilité phénotypique et génétique de la forme corporelle, relativement à celle de la taille générale, semble plus importante que dans la souche *Bresse-pile*. La composante de compacité traduit ici une assez forte association entre angle de poitrine et diamètre de la patte, association qui rend compte d'une fraction notable de la variance génétique totale des 9 mensurations considérées. La composante exprimant le type morphologique complémentaire (angle de poitrine élevé, patte fine) rend compte d'une fraction plus faible de la variance génétique ou phénotypique totale. Elle fournit cependant un critère de sélection qu'il pourrait être intéressant d'utiliser en pratique. Il apparaît par ailleurs une opposition entre le développement de la cage thoracique et celui du membre postérieur.

En mettant en évidence la variabilité génétique de la conformation de notre souche *Cornish*, et en exprimant son importance, les résultats obtenus permettent de voir comment il serait possible de modifier cette conformation par la sélection.

Reçu pour publication en septembre 1968.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier M^{lle} R. BOURDIOL qui a supervisé les opérations d'élevage de nos animaux ainsi que MM. L. P. COCHEZ, J. LEFEBVRE et L. OLLIVIER qui ont lu et critiqué notre manuscrit.

SUMMARY

STUDY OF CONFORMATION MEASUREMENTS IN THE CHICKEN V. — GENETIC AND PHENOTYPIC VARIABILITY OF CARCASS MEASUREMENTS IN A « CORNISH » STRAIN

150 cockerels and 150 pullets from 6 hatching lots obtained in a hierarchical mating design were slaughtered at 59 days of age. Their liveweights, trunk length, keel length, body depth, thorax width, breast angle, leg length, shank length, leg girth and shank width, were estimated.

Table 1 summarizes the statistical analysis of live-weight. There are differences between lots but the variances can be considered homogeneous. For the 6 lots pooled, the distribution is normal. The statistical parameters of carcass measurements are indicated in table 2.

Dam and sire components of heritabilities are given in table 3. The values are generally high, particularly as regards keel length and shank width. There is a sex-linked effect for breast angle.

Table 4 summarizes the relationships between liveweight and carcass measurements. The links can be considered linear. The correlations between liveweight and breast angle are low. The correlations between measurements are tabulated in table 5.

The phenotypic and genetic correlations were analyzed by means of the principal component method. The results are tabulated in tables 6 and 7. The first principal component is an expression of size. It is best represented by trunk length and highly correlated with liveweight. The second principal component is an expression of carcass compactness. It is best represented by breast angle and is correlated with shank width. The third and fourth components point out two oppositions, one between shank width and thorax width, one between chest growth and shank growth.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABLPLANALP H., ASMUNDSON V. S., LERNER I. M., 1960. Experimental tests of a selection index. *Poult. Sci.*, **39**, 151-160.
- BRUNSON C. C., GODFREY G. F., GOODMAN B. L., 1956. Types of gene action in the inheritance of 10-week body weight and breast angle in broilers. *Poult. Sci.*, **35**, 524-532.
- COLLINS W. M., BLISS C. I., SCOTT H. M., 1950. Genetic selection for breast width in a strain of *Rhode-Island red*. *Poult. Sci.*, **29**, 881-887.
- COOK R. E., CLARK T. B., DUNBAR R. S., CUNNINGHAM C. J., 1956. The correlations between broiler qualities, heritability estimates of these qualities, and the use of selection indexes in chickens. *Poult. Sci.*, **35**, 1137 (Abstract).
- DAVAINE P., ROUVIER R., RICARD F. H., 1969. Relations entre les expressions de la variabilité morphologique intra- et inter-familles chez le poulet. *Biom.-Praxim.* (sous presse).
- DILLARD E. U., DICKERSON G. E., LAMOREUX W. F., 1953. Heritabilities of egg and meat production qualities and their genetic and environmental relationships in *New-Hampshire* pullets. *Poult. Sci.*, **32**, 897 (Abstract).
- GODFREY G. F., GOODMAN B. L., 1956. Genetic variation and covariation in broiler body weight and breast width. *Poult. Sci.*, **35**, 47-50.
- GRAYBILL F. A., 1961. *An introduction to linear statistical models*. Vol I. McGraw-Hill, New York.
- HOTELLING H., 1933. Analysis of a complex of statistical variables into principal components. *J. Educ. Psych.*, **24**, 417-441 et 498-520.
- KAN J., KRUEGER W. F., QUISENBERRY J. H., 1959. Non-additive gene effects of 6 broiler traits as studied from a series of diallel matings. *Poult. Sci.*, **38**, 972-981.
- KISH A. F., 1953. The inheritance of breast width in a strain of *New-Hampshire*. *Poult. Sci.*, **32**, 197-202.
- LERNER I. M., 1950. *Population genetics and animal improvement*. The University Press, Cambridge.
- LERNER I. M., ASMUNDSON V. S., CRUDEN D. M., 1947. The improvement of *New-Hampshire* fryers. *Poult. Sci.*, **26**, 515-524.
- MERRITT E. S., 1966. Estimates by sex of genetic parameters for body weight and skeletal dimensions in a random-bred strain of meat type fowl. *Poult. Sci.*, **45**, 118-125.
- RICARD F. H., ROUVIER R., 1965. Étude des mesures de conformation du poulet. I. Analyse statistique préliminaire concernant le poids et 13 mensurations corporelles du poulet vivant. *Ann. Zootech.*, **14**, 191-212.
- RICARD F. H., ROUVIER R., 1966. Étude des mesures de conformation du poulet. IV. Variabilité génétique des mensurations de carcasse et d'un écart viande/os chez des coquelets *Bresse-pile*. *Ann. Zootech.*, **15**, 197-209.
- ROUVIER R., RICARD F. H., 1965. Étude des mesures de conformation du poulet. II. Recherche des composantes de la variabilité morphologique du poulet vivant. *Ann. Zootech.*, **14**, 213-227.
- ROUVIER R., RICARD F. H., 1966. Étude des mesures de conformation du poulet. III. Analyse de la variabilité phénotypique des mensurations de carcasse de coquelets *Bresse-pile*. *Ann. Zootech.*, **15**, 67-84.
- SIEGEL P. B., 1962 a. Selection for breast angle at 8 weeks of age. I. Gene interactions and heritabilities. *Poult. Sci.*, **41**, 1177-1185.
- SIEGEL P. B., 1962 b. A double selection experiment for body weight and breast angle at 8 weeks of age in chickens. *Genetics*, **47**, 1313-1319.
- SIEGEL P. B., ESSARY E. O., 1959. Heritabilities and interrelationships of live measurements and eviscerated weight in broilers. *Poult. Sci.*, **38**, 530-532.