

## ÉTUDE DES MESURES DE CONFORMATION DU POULET

### III. — ANALYSE DE LA VARIABILITÉ PHÉNOTYPIQUE DES MENSURATIONS DE CARCASSE DE COQUELETS « BRESSE-PILE »

R. ROUVIER et F. H. RICARD

Avec la collaboration technique de G. MARCHÉ  
et l'aide de l'Atelier de Calcul de la Station centrale de Génétique animale

*Station centrale de Génétique animale,  
Centre national de Recherches zootechniques, 78 - Jouy-en-Josas  
Station expérimentale d'Aviculture du Magneraud, 17 - Saint-Pierre-d'Amilly*

---

#### SOMMAIRE

Nous avons étudié la variabilité morphologique de 315 coquelets âgés de 11 semaines, à partir des variations et covariations phénotypiques de 24 mensurations de carcasse. Les résultats obtenus complètent et confirment ceux que nous avons rapportés précédemment à propos de poulets vivants âgés de 8 semaines et issus de la même population parentale.

Dans l'ensemble, les mensurations de carcasse sont plus précises que celles prises sur le vivant et conduisent à des corrélations plus élevées. Notre échantillon peut être considéré comme provenant d'une population normale à plusieurs variables. Les lots d'éclosion ont des variances homogènes mais des moyennes significativement différentes.

Les corrélations ont été analysées selon la méthode des composantes principales. La première composante obtenue explique 61 p. 100 de la variance analysée et traduit les variations de taille générale chez le poulet. La deuxième composante explique 12 p. 100 de la variance analysée et correspond à une variation de forme liée à la compacité du corps, principalement au niveau du tronc. La troisième composante représente un facteur spécifique du développement de la crête qui explique près de 7 p. 100 de la variance analysée. Les composantes suivantes expliquent chacune moins de 3 p. 100 de la variance. Elles représentent des facteurs spécifiques ou des facteurs de groupe plus délicats à interpréter.

En pratique, la considération des 2 premières composantes principales doit suffire pour exprimer la variabilité morphologique du poulet. Nous avons cherché à les estimer à partir d'un petit nombre de mensurations : la première est bien représentée par la longueur du tronc, de façon moins caractéristique par la longueur du pilon ou de la patte ; la deuxième est bien estimée par une combinaison linéaire de l'angle et de la hauteur de poitrine.

---

#### INTRODUCTION

Dans un travail précédent, nous avons étudié la morphologie du poulet vivant à partir du poids et de 13 mensurations corporelles d'animaux âgés de 8 semaines et appartenant aux 2 sexes d'une souche de type *Sussex* et d'une souche expérimentale dite *Bresse-Pile*. Une première série de calculs (RICARD et ROUVIER, 1965)

a permis d'admettre l'hypothèse de la normalité des distributions et de la linéarité des liaisons, les caractères étant exprimés en valeurs brutes ; le lot d'éclosion avait une influence plus nette sur les moyennes que sur l'homogénéité des variances ; la souche et le sexe faisaient apparaître des différences de conformation, principalement au niveau du thorax. Une analyse en composantes principales des corrélations phénotypiques (ROUVIER et RICARD, 1965) a permis de décomposer la variation globale des 13 mensurations en variations dues à la taille générale, à la forme des animaux et à des facteurs spécifiques à chaque mensuration. Nos résultats laissaient voir la possibilité d'estimer globalement la variabilité des mensurations par 2 combinaisons linéaires des caractères mesurés, et d'exprimer, sans perte d'information, la taille et la forme à partir d'un nombre réduit de caractères.

Nous avons repris ce travail à partir de 24 mensurations prises sur la carcasse de coquelets de la souche *Bresse-Pile*. Le présent mémoire concerne l'analyse statistique de ces mensurations, l'étude de leur variabilité phénotypique et leur utilisation pour exprimer quantitativement la taille et la forme corporelle.

Nous avons comparé les résultats obtenus sur carcasses avec ceux obtenus sur le vivant pour les coquelets *Bresse-Pile* de notre étude précédente. Il ne s'agit pas des mêmes animaux mais des 2 échantillons issus de la même population parentale et éclos à 3 mois d'intervalle. Les conclusions qui en résultent permettent d'orienter la suite de notre travail, en particulier pour un choix raisonné des mensurations les plus intéressantes à étudier.

## MATÉRIEL, ET MÉTHODES

### 1° Choix et préparation des animaux

Les poulets étudiés étaient des coquelets de la souche B, dite « *Bresse-Pile* », décrite précédemment (RICARD et ROUVIER, 1965). Ils appartenaient à 32 familles pédigrees (8 coqs et 4 poules par coq) et ont été obtenus en 10 lots éclos entre le 29 mai et le 1<sup>er</sup> août 1962. A l'intérieur d'un même groupe famille-lot d'éclosion, les animaux à abattre ont été choisis au hasard.

Il avait été prévu d'examiner 10 descendants par famille. En réalité, une famille n'en a donné que 8 et 2 en ont donné chacune 9. Un poulet qui présentait de nombreuses mesures anormalement petites a été considéré comme aberrant et n'a pas été retenu. Finalement, les calculs ont porté sur 315 poulets.

Les animaux ont été abattus à l'âge de 11 semaines, après un jeûne complet d'environ 16 heures. Ils ont été saignés par section des vaisseaux au fond de la gorge, échaudés dans une eau à 54°C et plumés sur une machine à doigts de caoutchouc ; la finition était faite à la main.

### 2° Définition des mesures étudiées

Le poids vif était noté immédiatement avant l'abattage. Au laboratoire, les 24 mensurations indiquées dans le tableau 1 ont été prises sur les carcasses plumées, après environ 4 heures de ressuage.

Les mensurations 1, 2, 3, 4, 6, 9, 11, 14, 15, 17, 18, 20 et 23 ont été décrites en détail dans notre travail précédent (RICARD et ROUVIER, 1965).

La profondeur des blancs (M 5) représente la distance entre l'arête du bréchet et le sternum. Pour sa mesure, nous avons imaginé un appareil, appelé *sternomètre*, muni de 2 aiguilles pouvant s'enfoncer de part et d'autre de la crête sternale (cf. fig. 1). La mesure était prise 1,5 cm en arrière de la pointe avant du bréchet.

La largeur du bassin (M 7) correspond à la distance entre les parties externes des 2 trochanters.

La largeur de poitrine (M 10) a été mesurée selon la technique décrite par ASMUNDSON (1944). Nous avons utilisé un fil souple en aluminium ( $\varnothing = 10/10$  mm) placé 1,5 cm en arrière de la pointe avant du bréchet. La largeur était mesurée à une distance de 2 cm de l'arête du bréchet.

TABLEAU I  
Mensurations corporelles étudiées

Définition	Appareil de mesure	Unité de mesure	Coefficients de fidélité		
			carcasse	vivant (1)	t (2)
a) <i>Au niveau du tronc</i>					
M- 1 Longueur du tronc .	pied à coulisse	mm	0,987	0,956	3,2**
M- 2 Longueur du bréchet	pied à coulisse	mm	0,965	0,958	0,5 NS
M- 3 Longueur des blancs	pied à coulisse	mm	0,982	0,953	2,5*
M- 4 Hauteur de poitrine.	pied à coulisse	mm	0,931	0,867	1,8 NS
M- 5 Profond. des blancs.	sternomètre	mm	0,844		
M- 6 Largeur du thorax	pied à coulisse	mm	0,874	0,609	3,3**
M- 7 Largeur du bassin ..	pied à coulisse	mm	0,953		
M- 8 Largeur du croupion	pied à coulisse	mm	0,935		
M- 9 Angle de poitrine ..	anglemètre AP-8	grade	0,981	0,908	4,2**
M-10 Largeur de poitrine.	technique ASMUNDSON (1944)	mm	0,902		
M-11 Tour de poitrine ...	mètre-ruban	mm	0,984	0,895	5,0**
M-12 Tour spiral .....	mètre-ruban	mm	0,982		
b) <i>Au niveau des membres</i>					
M-13 Longueur de la cuisse	pied à coulisse	mm	0,958		
M-14 Longueur du pilon .	pied à coulisse	mm	0,983	0,965	1,9 NS
M-15 Longueur de la patte	pied à coulisse	mm	0,985	0,986	0,2 NS
M-16 Long. du doigt méd.	pied à coulisse	mm	0,927		
M-17 Tour du pilon ....	mètre-ruban	mm	0,942	0,938	0,2 NS
M-18 Diamètre de la patte	pied à coulisse	1/10 mm	0,899	0,920	0,6 NS
M-19 Longueur du bras ..	pied à coulisse	mm	0,863		
M-20 Long. de l'avant-bras	pied à coulisse	mm	0,943	0,863	2,4*
c) <i>Au niveau de la tête</i>					
M-21 Longueur de la tête	pied à coulisse	mm	0,932		
M-22 Largeur de la tête .	pied à coulisse	mm	0,722		
M-23 Longueur de la crête	pied à coulisse	mm	0,986	0,993	1,8 NS
M-24 Hauteur de la crête.	pied à coulisse	mm	0,959		

(1) Valeurs observées sur les coquelets *Bresse-Pile* de notre travail précédent (cf. RICARD et ROUVIER, 1965).

(2) « t » de comparaison des 2 coefficients considérés comme des corrélations calculées sur 40 couples de mesures pour les coefficients « carcasse » et 100 couples pour les coefficients « vivant ».

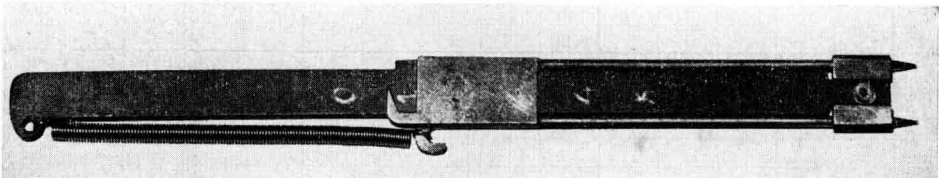


FIG. 1. - Photographie du « sternomètre »  
Cet appareil permet de mesurer la hauteur de la crête sternale du poulet

Pour mesurer le tour spiral (M 12), une extrémité du mètre-ruban est appliquée sur la pointe antérieure du bréchet, puis le ruban contourne le tronc en passant par le milieu du dos jusqu'à la pointe arrière du bréchet où se fait la lecture.

La longueur de la cuisse (M 13) représente la distance entre l'articulation coxo-fémorale et la partie externe du genou.

La longueur du doigt médian (M 16) est la distance entre la partie arrière de la sole plantaire et l'extrémité charnue du doigt bien tendu.

La longueur du bras (M 19) est la distance entre la partie antérieure de l'épaule et l'articulation bras-avant bras.

La longueur de la tête (M 21) est la distance entre l'arrière du crâne et l'extrémité du bec.

La largeur de la tête (M 22) est la plus grande distance entre les 2 apophyses sus-orbitales.

La hauteur de la crête (M 24) a été prise au niveau de l'insertion postérieure de la crête sur le crâne, en mesurant la hauteur maximum du crétilillon correspondant. Les animaux avaient la crête simple.

Tous les animaux ont été élevés, abattus et mesurés à la Station expérimentale d'Aviculture du Magneraud.

### 3° *Calculs réalisés*

Sur 40 poulets (4 par lot d'érosion), les mesures ont été prises 2 fois de façon à pouvoir calculer les coefficients de fidélité, selon la formule (cf. RICARD et ROUVIER, 1965):

$$\rho = 1 - \frac{\sigma_e^2}{\sigma_f^2}$$

$\sigma_e^2$ , variance de l'erreur aléatoire de la mesure, a été exprimée à partir des 40 écarts entre les 2 répétitions de la même mesure.  $\sigma_f^2$  est la variance du caractère calculée sur l'ensemble des 315 poulets étudiés.

Nous avons calculé les paramètres statistiques de chaque variable, les 10 lots d'éclosion étant groupés, puis testé la normalité des distributions après avoir réparti les animaux en 10 classes, selon la technique déjà utilisée pour les animaux vivants. Toutefois, la largeur de la tête présentait un intervalle de variation faible ne permettant de faire que 6 classes. Nous avons testé l'effet du lot d'éclosion sur l'homogénéité des variances par le test de BARTLETT et sur les moyennes par une analyse de variance à 1 facteur de classification.

Nous avons calculé les coefficients de corrélation phénotypique entre les 25 variables (poids vif et 24 mensurations) prises 2 à 2. Pour les caractères mesurés à la fois sur le vivant et sur carcasse, nous avons comparé les 2 corrélations obtenues, en utilisant la transformation  $z = \text{Arg th } r$  de FISHER. La matrice des corrélations entre les 24 mensurations de carcasse a été analysée par la méthode des composantes principales (HOTTELING, 1933). Dans la diagonale de la matrice, nous avons mis les coefficients de fidélité des mensurations indiqués dans le tableau 1.

Nous avons recherché une estimation des 2 premières composantes (taille et forme du corps dans son ensemble) à l'aide d'un petit nombre de mensurations. Pour ce faire, nous avons calculé les coefficients  $a_i$  de l'équation de régression multiple écrite sous la forme :

$$\frac{\hat{z} - \bar{z}}{s_z} = \sum a_i \frac{x_i - \bar{x}_i}{s_{x_i}}$$

où  $\hat{z}$  représente l'estimée de la composante étudiée et  $x_i$  l'une des mensurations de prédiction choisies.

Les calculs de base ont été réalisés sur ordinateur IBM-1 620 à la Station centrale de Génétique animale. Nous avons utilisé les programmes n° 62 013 pour le calcul des paramètres statistiques, 62 014 pour les distributions de fréquence, 62 021 pour les analyses de variance, 63 027 pour le calcul des corrélations phénotypiques, 62 023 pour l'analyse en composantes principales et 62 006 pour la résolution des systèmes linéaires. La description détaillée de ces programmes a été donnée par ROUVIER *et al.* (1962), VISSAC *et al.* (1962), ROUVIER et CANONGE (1964).

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### 1. *Étude individuelle des variables*

Les coefficients de fidélité des différentes mensurations sont indiqués dans le tableau 1. Ils s'échelonnent de 0,722 pour la largeur de la tête à 0,987 pour la longueur du tronc. On peut considérer que les mensurations ayant un coefficient de

fidélité inférieure à 0,9 ne sont pas suffisamment précises : c'est le cas, dans notre échantillon, pour la largeur de la tête (0,722), la profondeur des blancs (0,844), la longueur du bras (0,863), la largeur du thorax (0,874) et le diamètre de la patte (0,899). Pour leur utilisation dans des recherches où une meilleure précision est indispensable, il conviendrait, soit de prendre la moyenne de plusieurs répétitions de la mesure, soit de revoir la technique de mesure.

Dans le tableau 1, nous indiquons également les coefficients de fidélité observés sur le vivant pour les coquelets *Bresse-Pile* de notre étude précédente (RICARD et ROUVIER, 1965). Nous avons comparé les valeurs observées pour des mesures homologues prises l'une sur le vivant et l'autre sur la carcasse, en calculant le nombre de degrés de liberté à partir du nombre de poulets mesurés 2 fois (100 sur le vivant et 40 sur carcasse). Les valeurs obtenues pour « *t* » figurent dans la dernière colonne du tableau 1. Les mensurations de carcasse sont en général plus précises que celles prises sur le vivant. Ce résultat est logique car sur la carcasse, on n'est plus gêné par la présence des plumes, ni par les mouvements de l'animal. Les améliorations significatives observées concernent dans l'ordre : le tour de poitrine, l'angle de poitrine, la largeur du thorax, la longueur du tronc, la longueur des blancs et la longueur de l'avant-bras. Pour ces caractères on peut rechercher le nombre de répétitions qu'il conviendrait de faire pour avoir sur le vivant un résultat aussi précis qu'avec une seule mesure prise sur carcasse. Le nombre *n* cherché est donné par la formule (LUSH, 1945) :

$$\rho_n = \frac{n\rho}{1 + (n - 1)\rho}$$

où  $\rho$  est le coefficient de fidélité pour 1 mesure et  $\rho_n$  celui de la moyenne de *n* mesures. Pour les caractères cités ci-dessus, les valeurs de *n* arrondies à l'unité sont les suivantes :

Tour de poitrine .....	7
Angle de poitrine .....	5
Largeur du thorax .....	4
Longueur du tronc .....	3
Longueur des blancs .....	3
Longueur de l'avant-bras .....	3

Les principales caractéristiques statistiques des mensurations et du poids vif sont indiquées dans le tableau 2. Nous rappelons également les résultats obtenus sur le vivant pour les animaux du même groupe génétique étudiés lors de notre travail précédent (RICARD et ROUVIER, 1965).

Les coefficients de variation observés sur carcasses sont du même ordre de grandeur que ceux observés sur le vivant. Il apparaît, ici aussi, que les mensurations de la crête sont très variables (*v* de l'ordre de 17 à 20 p. 100), que les mesures de squelette, en particulier les longueurs, le sont très peu (*v* inférieur ou de l'ordre de 5 p. 100) et que les mesures de largeur ou de développement musculaire occupent une place intermédiaire.

L'étude des distributions de fréquence pour les valeurs brutes fait apparaître un bon ajustement à la loi normale : sur 25 valeurs de  $\chi^2$ , 5 sont significatives au seuil 5 p. 100, aucune au seuil 1 p. 100. Notre échantillon peut donc être considéré comme issu d'une population multi-normale. SCHNEIDER et DUNN (1924) avaient obtenu

TABLEAU 2  
*Paramètres statistiques des mensurations étudiées, test de la normalité des distributions et de l'effet du lot d'écllosion*

Mensurations	Paramètres statistiques (lots groupés)		Normalité	Effet lot		Résultats observés sur le vivant (1)			
	moyenne	écart-type		coeff. de variation %	$\chi^2$ homogénéité variances	F moyennes de lots	coeff. de variation %	$\chi^2$ normalité	$\chi^2$ homogénéité variances
			signification du $\chi^2$						
M- 1 Longueur du tronc .....	183,7	7,9	4,3	NS (2)	NS	4,4	NS	**	*
M- 2 Longueur du bréchet .....	107,0	5,4	5,0	*	**	4,9	NS	NS	*
M- 3 Longueur des blancs .....	171,4	7,0	4,1	NS	NS	4,8	NS	NS	**
M- 4 Hauteur de poitrine .....	101,2	5,6	5,6	*	NS	5,3	NS	NS	**
M- 5 Profondeur des blancs .....	28,2	2,1	7,6	NS	*	—	NS	*	*
M- 6 Largeur thorax .....	69,6	3,9	7,8	NS	NS	6,9	NS	NS	*
M- 7 Largeur du bassin .....	77,9	4,4	5,6	NS	NS	—	NS	NS	*
M- 8 Largeur du croupion .....	35,4	2,9	8,2	NS	NS	—	NS	NS	NS
M- 9 Angle de poitrine .....	62,2	4,4	7,1	NS	*	8,8	*	NS	NS
M- 10 Largeur de poitrine .....	33,4	3,1	9,3	NS	*	—	NS	NS	**
M- 11 Tour de poitrine .....	261,6	12,3	4,7	*	NS	4,4	*	NS	**
M- 12 Tour spiral .....	308,5	16,2	5,2	NS	NS	—	NS	NS	*
M- 13 Longueur de la cuisse .....	105,6	5,4	5,1	NS	**	—	NS	**	**
M- 14 Longueur du pilon .....	149,3	7,3	4,3	NS	**	4,3	*	**	**
M- 15 Longueur de la patte .....	116,3	6,2	5,3	NS	NS	4,4	NS	NS	**
M- 16 Longueur du doigt médian .....	79,5	4,5	5,6	NS	NS	—	NS	**	**
M- 17 Tour du pilon .....	110,5	6,1	5,5	NS	NS	5,5	**	NS	NS
M- 18 Diamètre de la patte .....	97,0	6,4	6,6	NS	NS	5,8	NS	NS	NS
M- 19 Longueur du bras .....	98,2	4,3	4,4	NS	NS	—	NS	NS	NS
M- 20 Longueur de l'avant-bras .....	88,1	4,1	4,7	*	**	4,7	NS	NS	NS
M- 21 Longueur de la tête .....	77,3	2,8	3,7	*	NS	—	NS	NS	NS
M- 22 Largeur de la tête .....	28,4	1,1	4,1	NS	**	—	NS	**	**
M- 23 Longueur de la crête .....	65,4	11,1	16,9	NS	NS	17,2	NS	**	NS
M- 24 Hauteur de la crête .....	30,2	6,0	19,8	NS	*	—	NS	**	NS
Poids vif .....	1 479	181	12,3	NS	NS	11,0	*	NS	*

(1) Coquelets de la souche *Bresse-Pile* âgés de 8 semaines (cf. RICARD et ROUVIER, 1965).

(2) Pour les  $\chi^2$  et F nous indiquons ici leur signification : (NS) = non significatif ; (\*) = significatif au seuil 5 p. 100 ; (\*\*) = significatif au seuil 1 p. 100.

le même résultat à partir de mensurations d'os de poules *Leghorn* adultes. Mais il n'est pas possible de généraliser ce résultat. Dans notre cas, il s'agit d'un échantillon prélevé dans des familles ayant eu suffisamment de descendants et ne présentant pas de caractère atypique. Nous avons observé plusieurs fois des écarts sensibles à la normalité quand nous considérons la totalité des animaux d'une même souche, obtenus et élevés dans les conditions de la pratique courante (données non publiées).

L'étude de l'effet du lot d'éclosion montre que les variances intra-lots peuvent être considérées comme homogènes dans la plupart des cas (cf. tabl. 2). Au contraire, les moyennes de lot présentent des différences très souvent significatives. Nous avons observé des résultats analogues, quoique moins nets, sur les poulets vivants étudiés précédemment. Il est intéressant de remarquer que l'échantillon peut être considéré comme normal bien qu'il y ait de nettes variations entre moyennes de lot : on peut penser que le nombre de ces lots est suffisamment grand (10) pour atténuer les effets d'un lot particulier.

## 2. Étude des corrélations

Dans le tableau 3, nous indiquons les coefficients de corrélation phénotypique entre les 25 variables prises 2 à 2, les 10 lots d'éclosion étant groupés. Nous donnons également les valeurs observées précédemment sur le vivant pour des coquelets de la même souche *Bresse-Pile* (RICARD et ROUVIER, 1965).

La plupart des corrélations observées sur poulets vivants sont inférieures aux valeurs correspondantes obtenues sur carcasses : 78 cas sur 91, dont 30 différences significatives. Le tour du pilon fait exception et donne de nombreuses valeurs plus fortes sur poulets vivants que sur carcasses, 2 des différences étant significatives. L'échantillonnage de nos animaux peut rendre compte de ces écarts : il serait souhaitable de pouvoir étudier les corrélations prises sur le vivant et sur la carcasse des mêmes animaux. Cependant, on pouvait s'attendre logiquement à trouver des corrélations plus fortes sur les carcasses, du fait de la plus grande précision des mensurations de carcasse.

Mais les écarts observés restent faibles. Les ordres de grandeurs sont les mêmes et nous retrouvons sur carcasses les caractéristiques d'ensemble observées sur le vivant (cf. notre discussion des corrélations dans RICARD et ROUVIER, 1965). Parmi les nouveaux caractères mesurés sur la carcasse, les longueurs de la cuisse, du bras et de la tête, ainsi que la largeur du bassin et le tour spiral conduisent à des corrélations élevées ; les largeurs du croupion et de la tête, la profondeur des blancs, la largeur de poitrine et la hauteur de la crête donnent lieu à des valeurs plus petites. Les faibles corrélations obtenues avec l'angle ou la largeur de poitrine ont quelquefois fait considérer ces caractères comme indépendants de la taille, au moins dans une certaine mesure (ASMUNDSON, 1945 et 1948 pour les dindes ; FRISCHKNECHT et JULL, 1946, ainsi que BIRD, 1948, pour les poulets).

Les résultats de l'analyse en composantes principales des corrélations entre les 24 mensurations de carcasse sont résumés dans les tableaux 4 et 5. Le tableau 4 donne les valeurs propres associées à chacune des 24 composantes obtenues, ainsi que les pourcentages de la variance totale et de la variance analysée représentés par ces valeurs propres. Le tableau 5 donne les corrélations entre les 24 mensurations et les 7 composantes principales de plus grande variance ( $z_1$  à  $z_7$ ).

TABLEAU 3

*Corrélations phénotypique totales (1)*

A gauche de la diagonale se trouvent les valeurs observées sur carcasse (N = 315)  
 A droite, valeurs observées sur les coquelets vivants de la souche *bresse-Pile* (N = 248)

	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	M 13	M 14	M 15	M 16	M 17	M 18	M 19	M 20	M 21	M 22	M 23	M 24	Poids
M 1. Long. tronc		.714 **	.756 ** (2)	.620 *	-.429	-.	-.	-.	-.122	-.739 **	-.	-.	-.807 **	-.845	-.738 *	.467 *	-.	-.	-.661 **	-.	-.	-.307	-.	-.836	
M 2. Long. bréchet	.762		.751 **	.583	.367	-.	-.	-.	.083	.697	-.	-.	.684	.677	.650 *	.451	-.	-.	.556 *	-.	-.	.269	-.	.715	
M 3. Long. blancs	.854	.803		.593 *	.522	-.	-.	-.	.493	.742 *	-.	-.	.764	.796	.677	.475	-.	-.	.654 **	-.	-.	.248	-.	.802 *	
M 4. Haut. poitrine	.737	.662	.710	-.	.274	-.	-.	-.	-.458	.766 **	-.	-.	.688	.662	-.549	.383	-.	-.	.605 **	-.	-.	.455	-.	.631	
M 5. Prof. blancs	.510	.504	.452	.648	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	
M 6. Larg. thorax	.547	.333	.527	.254	.067	-.	-.	-.	.472	.518	-.	-.	.405	.448	.498	.367	-.	-.	.328	-.	-.	.222 *	-.	.611	
M 7. Larg. bassin	.786	.657	.783	.594	.368	.633	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	
M 8. Larg. croupion	.529	.450	.547	.474	.344	.442	.598	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	
M 9. Angle poitrine	.237	.050	.225	-.094	-.458	.551	.345	.227	-.	.087	-.	-.	.038	.088	-.344	.194	-.	-.	.063 *	-.	-.	.230	-.	.330	
M 10. Larg. poitrine	.157	-.016	.474	-.185	-.294	.584	.275	.164	.844	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	-.	
M 11. Tour poitrine	.845	.716	.825	.875	.560	.499	.739	.576	.445	.086	-.	-.	.773	.765 **	-.735	.489	-.	-.	.649 **	-.	-.	.213 *	-.	.820 **	





La variance totale est égale au nombre de caractères étudiés, soit 24. La variance analysée est égale à la somme des coefficients de fidélité des 24 mesures, soit dans le cas présent 22,420. Ceci représente 93,42 p. 100 de la variance. Le complément, soit 6,58 p. 100, représente la part de la variance totale due aux erreurs de mesure. L'étude des corrélations du tableau 5 permet de donner une interprétation biologique des résultats de l'analyse.

TABLEAU 4  
*Caractéristiques des composantes principales*

N° d'ordre de la composante	Valeur propre associée	P. 100 variance totale (= 24)	P. 100 variance analysée (= 22,420)
1	13,708	57,12	61,14
2	2,632	11,05	11,83
3	1,490	6,21	6,65
4	0,640	2,67	2,85
5	0,585	2,44	2,61
6	0,538	2,24	2,40
7	0,405	1,69	1,81
8	0,359	1,50	1,60
9	0,330	1,38	1,47
10	0,311	1,30	1,39
11	0,254	1,06	1,13
12	0,219	0,91	0,98
13	0,172	0,72	0,77
14	0,158	0,66	0,70
15	0,119	0,50	0,53
16	0,113	0,47	0,50
17	0,101	0,42	0,45
18	0,091	0,38	0,41
19	0,075	0,31	0,33
20	0,054	0,23	0,24
21	0,044	0,18	0,20
22	0,030	0,12	0,13
23	0,022	0,09	0,10
24	— 0,049	—	—

La première composante,  $z_1$ , est en corrélation positive avec toutes les mensurations. Elle représente 61 p. 100 de la variance analysée. On peut l'interpréter comme *un facteur général de taille* (cf. notre discussion dans ROUVIER et RICARD, 1965). Les plus fortes corrélations s'obtiennent avec les longueurs du tronc, des blancs et des segments de membres, le tour de poitrine et le tour spiral. Au contraire, les mesures de développement des muscles pectoraux, angle et largeur de poitrine, lui sont peu liées. Nous observons que les longueurs du tronc, du bras et de la cuisse sont des mensurations caractéristiques de la première composante : les corrélations sont très fortes avec  $z_1$  et très faibles avec les autres composantes. Or, il s'agit de parties corporelles qui marquent la fin du gradient de croissance chez les animaux (PALSSON, 1955). Il serait intéressant de voir ce qui se passe chez des poulets d'âges différents, en particulier chez l'adulte.

La deuxième composante,  $z_2$ , traduit une opposition largeurs-longueurs. Elle explique environ 12 p. 100 de la variance analysée. Au niveau du tronc, on observe

des corrélations positives élevées avec la largeur de poitrine, l'angle de poitrine et la largeur du thorax, des corrélations négatives avec la hauteur de poitrine et la profondeur des blancs. Au niveau des membres, les corrélations sont nettement plus petites : positives avec le tour du pilon et le diamètre de la patte, négatives avec les longueurs de chaque segment. Cette composante est donc liée à un tronc large et aplati ainsi qu'à des membres courts et épais. On peut l'interpréter comme un *facteur de compacité* (ou inversement de linéarité) du corps dans son ensemble.

TABLEAU 5

*Coefficients de corrélation entre les 24 mensurations et les 7 composantes principales de plus grande variance ( $z_1$  à  $z_7$ )*

Mensuration	$z_1$	$z_2$	$z_3$	$z_4$	$z_5$	$z_6$	$z_7$
M 1 Longueur du tronc .....	0,930	-- 0,050	-- 0,091	-- 0,123	0,066	0,025	0,023
M 2 Longueur du bréchet .....	0,799	-- 0,188	0,061	-- 0,130	0,008	0,016	0,160
M 3 Longueur des blancs .....	0,901	-- 0,034	-- 0,126	-- 0,077	-- 0,028	0,047	0,210
M 4 Hauteur de poitrine .....	0,792	-- 0,407	-- 0,006	0,096	0,006	0,239	-- 0,063
M 5 Profondeur des blancs .....	0,544	-- 0,443	0,193	0,154	0,191	0,297	-- 0,017
M 6 Largeur du thorax .....	0,586	0,550	-- 0,128	0,087	-- 0,075	-- 0,054	0,033
M 7 Largeur du bassin .....	0,858	0,160	-- 0,069	0,053	-- 0,127	-- 0,091	0,113
M 8 Largeur du croupion .....	0,638	0,084	0,325	0,654	-- 0,031	-- 0,176	0,074
M 9 Angle de poitrine .....	0,262	0,822	-- 0,268	0,019	0,258	0,127	-- 0,040
M 10 Largeur de poitrine .....	0,181	0,853	-- 0,293	-- 0,011	0,108	0,068	0,021
M 11 Tour de poitrine .....	0,917	-- 0,127	-- 0,047	0,081	-- 0,053	0,213	-- 0,060
M 12 Tour spiral .....	0,879	-- 0,059	-- 0,089	0,111	0,034	0,107	0,102
M 13 Longueur de la cuisse .....	0,919	-- 0,085	-- 0,056	-- 0,033	0,009	-- 0,007	-- 0,149
M 14 Longueur du pilon .....	0,921	-- 0,124	-- 0,102	-- 0,052	0,123	-- 0,091	-- 0,138
M 15 Longueur de la patte .....	0,917	-- 0,123	-- 0,064	-- 0,074	0,033	-- 0,127	-- 0,139
M 16 Longueur doigt médian .....	0,752	-- 0,222	-- 0,090	0,051	-- 0,090	-- 0,402	-- 0,089
M 17 Tour du pilon .....	0,744	0,230	0,072	0,076	-- 0,333	0,253	-- 0,147
M 18 Diamètre de la patte .....	0,656	0,237	0,067	-- 0,197	-- 0,485	0,027	-- 0,064
M 19 Longueur du bras .....	0,912	-- 0,061	-- 0,084	-- 0,090	0,129	-- 0,024	-- 0,076
M 20 Longueur avant-bras .....	0,876	-- 0,142	-- 0,149	-- 0,136	0,065	-- 0,048	-- 0,103
M 21 Longueur de la tête .....	0,852	-- 0,059	0,070	-- 0,099	0,172	-- 0,117	0,045
M 22 Largeur de la tête .....	0,632	0,194	0,032	-- 0,128	0,067	-- 0,020	0,007
M 23 Longueur de la crête .....	0,544	0,348	0,749	0,011	0,069	-- 0,047	-- 0,021
M 24 Hauteur de la crête .....	0,444	0,334	0,778	-- 0,046	0,085	-- 0,037	-- 0,027
Valeur propre de la composante en p. 100 de la variance analysée .....	61,44	11,83	6,65	2,85	2,61	2,40	1,81

La troisième composante,  $z_3$ , représente un facteur spécifique pour le développement de la crête ; longueur et hauteur de la crête ont en effet une forte corrélation positive avec  $z_3$ . Elle explique près de 7 p. 100 de la variance analysée. Notons que les mesures de développement des muscles pectoraux (angle et largeur de poitrine) lui sont liées négativement et la profondeur des blancs positivement.

Les composantes suivantes sont moins intéressantes, du fait qu'elles représentent chacune une faible partie de la variance analysée (moins de 3 p. 100). La quatrième composante représente principalement un facteur spécifique pour la largeur du croupion. Le diamètre de la patte lui est lié négativement. La cinquième semble indiquer

une opposition entre l'importance des muscles pectoraux (angle de poitrine, profondeur des blancs) et les largeurs du membre postérieur (tour du pilon et diamètre patte). La sixième semble traduire une opposition entre caractères à développement précoce (longueurs du doigt, de la patte et de la tête) et caractères liés au développement thoracique (hauteur de poitrine, profondeur des blancs, tour de poitrine) et musculaire (angle de poitrine, tour du pilon). La dernière composante étudiée,  $z_7$ , semble traduire une opposition entre le développement en longueur du thorax (longueurs du bréchet et des blancs) et le développement en longueur des membres.

Bien que la méthode d'analyse ne soit pas rigoureusement identique, l'interprétation des 2 premières composantes principales est la même qu'ils'agisse des carcasses étudiées ici ou des poulets vivants de même souche et même sexe de notre travail précédent (ROUVIER et RICARD, 1965). Nous pouvons parler dans les 2 cas d'un facteur général de taille et d'un facteur de forme lié à la compacité de l'animal. Le facteur de taille est bien représenté par la longueur du tronc et le facteur de compacité par l'angle de poitrine. Il peut ne pas toujours en être ainsi : pour les coquelets de type *Sussex* que nous avons étudiés précédemment, la signification de la variabilité décrite par la deuxième composante au niveau du tronc n'était pas nette et l'angle de poitrine présentait une faible corrélation avec cette composante ( $r = 0,191$ ).

On peut noter que la deuxième composante explique une fraction importante de la variance analysée, plus de 10 p. 100, aussi bien sur le vivant que pour les carcasses. Des résultats analogues ont été trouvés par TANNER et BURT (1954) à la suite d'une analyse factorielle de mensurations corporelles de vaches adultes. Ces auteurs ont mis en évidence un facteur de linéarité qui représente la croissance en longueur des jambes et du corps en opposition à la croissance en largeur et en profondeur, et qui explique 10 p. 100 de la variance totale. TANNER et SAWIN (1953), utilisant une autre méthode statistique, ont mis en évidence un facteur de croissance en longueur et largeur, c'est-à-dire de linéarité, au niveau de la colonne vertébrale du lapin. TAYLOR et ROLLINS (1963) ont effectué une analyse en composantes principales et une analyse factorielle des corrélations entre 12 mensurations corporelles prises sur des paires de génisses jumelles monozygotes en cours de croissance. La première composante principale et le facteur général de croissance trouvés par analyse de la variabilité intra-paire expliquent respectivement 67 p. 100 et 56 p. 100 de la variance totale. La deuxième composante, qui explique 8 p. 100 de la variance totale semble décrire la compacité ou inversement la linéarité du corps. TANNER et BURT (1954) notent que ce facteur de linéarité semble avoir une grande généralité chez les mammifères. Après l'avoir mis en évidence chez le poulet, nous nous proposons d'étudier ultérieurement sa variation génétique.

Par contre, dans des travaux qui concernent d'autres espèces, tels que ceux de TEISSIER (1955) sur le Crabe oxyrhynque *Maia squinado*, ou de JOLICŒUR et MOSIMANN (1960) sur la tortue, la première composante principale, ou le facteur général, explique la plus grande partie de la variance analysée (de 97 à 98 p. 100).

Comme dans notre travail sur poulets vivants, nous avons représenté les 24 mensurations dans le plan des composantes  $z_3$  et  $z_4$  ramenées à une variance unité (fig. 2). Les groupements suivants apparaissent : angle et largeur de poitrine (9 et 10), hauteur et tour de poitrine (5 et 17), certaines mesures de longueur. Mais, ces groupes sont près de l'origine et la variabilité qu'ils représentent est donc faible. Au contraire,

les mensurations de la crête et du croupion sont nettement éloignées de l'origine. On peut ainsi parler de facteurs spécifiques représentés par  $z_3$  (crête) et  $z_4$  (croupion).

Si l'interprétation des 2 premières composantes semble pouvoir se généraliser, il est probable que la signification des composantes suivantes dépend des mensurations effectuées. Ceci peut expliquer les différences observées entre les résultats que nous obtenues sur le vivant et sur carcasse. D'un autre point de vue, il apparaît *a posteriori* une certaine hétérogénéité dans le choix des mesures : très nombreuses au niveau du tronc et du membre postérieur, nous n'avons aucune mesure d'épaisseur

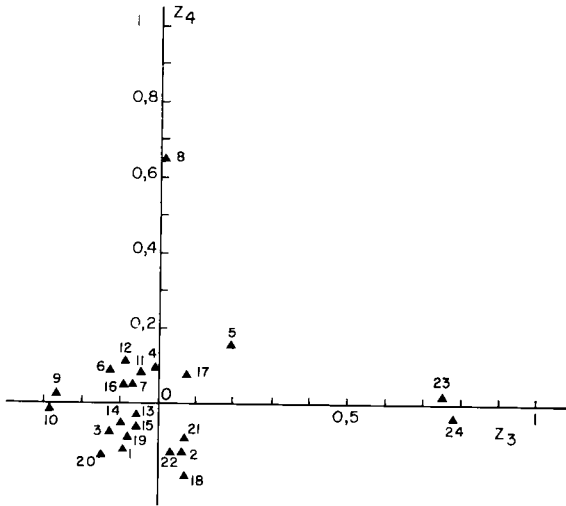


FIG. 2. — Points extrémités des vecteurs représentant les 24 variables dans le plan des composantes 3 et 4, ramenées à une longueur unité.

Les numéros correspondent aux mensurations décrites dans le tableau 1

d'os, ni de développement musculaire au niveau des ailes. Un choix plus complet de mensurations permettrait peut-être de donner une meilleure interprétation des composantes. Dans la pratique, cependant, la considération des 2 premières semble suffisante pour exprimer la variabilité morphologique du poulet : elles expliquent ensemble une fraction très importante de la variance analysée : 77 p. 100 dans notre étude sur carcasses et près de 90 p. 100 dans notre travail précédent sur poulets vivants de la même souche. C'est pourquoi nous avons cherché à les estimer à partir d'un petit nombre de caractères.

### 3. Estimation de la composante de taille générale ( $z_1$ )

Nous avons vu que la longueur du tronc était une mensuration caractéristique de  $z_1$ . C'est celle qui en donne la meilleure estimation si on n'utilise qu'une seule mensuration. L'équation de régression s'écrit :

$$\frac{\hat{z}_1 - \bar{z}_1}{s_{z_1}} = 0,930 \frac{x_1 - \bar{x}_1}{s_{x_1}}$$

avec  $R^2 = 0,865$

où  $x_1$  représente la longueur du tronc,  $z_1$  la valeur de la composante et  $R^2$  le carré de la corrélation entre  $x_1$  et  $z_1$ .

Parmi les autres mensurations fortement liées avec  $z_1$ , les longueurs du pilon et de la patte sont les plus faciles à mesurer sur l'animal vivant. Mais, elles interviennent dans la description des composantes suivantes, en particulier la deuxième, de façon plus nette que la longueur du tronc. Si on les utilise en même temps que la longueur du tronc dans une équation de régression à 2 variables indépendantes, on obtient :

1° Longueur du tronc ( $x_1$ ) et longueur du pilon ( $x_2$ ).

$$\frac{\hat{z}_1 - \bar{z}_1}{s_{z_1}} = 0,529 \frac{x_1 - \bar{x}_1}{s_{x_1}} + 0,456 \frac{x_2 - \bar{x}_2}{s_{x_2}}$$

avec  $R^2 = 0,912$ .

2° Longueur du tronc ( $x_1$ ) et longueur de la patte ( $x_3$ ).

$$\frac{\hat{z}_1 - \bar{z}_1}{s_{z_1}} = 0,542 \frac{x_1 - \bar{x}_1}{s_{x_1}} + 0,455 \frac{x_3 - \bar{x}_3}{s_{x_3}}$$

avec  $R^2 = 0,921$ .

Ces équations améliorent significativement l'estimation de  $z_1$  par rapport à celle ne faisant intervenir que la longueur du tronc.

La taille générale du poulet a souvent été exprimée par la longueur de la patte (LERNER, 1937 ; JAAP, 1941 ; COCK, 1963), la taille du squelette par la longueur du pilon (BIRD, 1943). De même chez le dindon, ASMUNDSON (1948) avait noté que la longueur de la patte était déterminée presque entièrement par des facteurs de taille générale. Nos résultats justifient ces choix. Mais ils montrent que la longueur du tronc est préférable si on veut étudier la taille du poulet indépendamment des autres facteurs de la variabilité morphologique.

#### 4. Estimation de la composante de compacité ( $z_2$ )

Dans notre échantillon, l'angle ou la largeur de poitrine fournissent une excellente estimation de  $z_2$ , les carrés des coefficients de corrélation étant respectivement de 0,676 pour l'angle et de 0,728 pour la largeur.

Nous avons cherché à améliorer l'estimation de  $z_2$  par l'utilisation d'un petit nombre d'autres mensurations. Sur le plan théorique, la meilleure méthode pour choisir les  $p$  mensurations désirées serait de rechercher parmi les  $c_{24}^p$  combinaisons possibles, celle qui donne la plus forte corrélation multiple avec  $z_2$ . Dans la pratique, cependant, il nous a semblé préférable de faire un choix raisonné des  $p$  mensurations en tenant compte des résultats de l'analyse en composantes principales, de la précision et de la facilité des mesures ainsi que de l'intérêt zootechnique des caractères utilisés. Nous avons estimé *a priori* que les mensurations de la tête, de la crête et de l'aile présentaient peu d'intérêt pratique. Nous avons finalement retenu 3 mensurations prises au niveau de la poitrine (angle de poitrine, hauteur de poitrine et longueur du bréchet) et 3 mensurations du membre postérieur (longueur de la patte, tour du pilon et diamètre de la patte).

Les mensurations se divisent en 2 groupes selon qu'elles présentent une corrélation positive ou négative avec  $z_2$ . Parmi les premières, l'angle et la largeur de poitrine sont des mesures interchangeables. Elles sont fortement liées entre elles ( $r = 0,844$  pour la corrélation phénotypique totale,  $r = 0,825$  pour la corrélation

partielle à poids constant) et toutes deux présentent des corrélations du même ordre de grandeur avec toutes les composantes principales. Nous avons retenu l'angle de poitrine qui est plus facile à mesurer et plus précis. La largeur du thorax a été écartée du fait de sa faible précision sur le vivant et la largeur du bassin du fait de sa faible corrélation avec  $z_2$ . Nous avons retenu les 2 mensurations du membre postérieur liées positivement avec  $z_2$  ; le tour du pilon représente *a priori* un développement musculaire et le diamètre de la patte un développement en épaisseur du squelette.

TABLEAU 6

Coefficients de régression partielle des équations de prédiction de la composante de « compacité » ( $z_2$ )

N° équation	Variables $r > 0$ avec $z_2$			Variables $r < 0$ avec $z_2$			R <sup>2</sup>
	Angle poitrine	Diamètre patte	Tour pilon	Hauteur poitrine	L. bréchet	L. patte	
1	0,791			- 0,333			0,786
2	0,833				- 0,230		0,728
3	0,866					- 0,266	0,745
4		0,475		- 0,597			0,356
5		0,441			- 0,409		0,481
6		0,457				- 0,384	0,456
7			0,632	- 0,747			0,449
8			0,444		- 0,416		0,480
9			0,509			- 0,443	0,472
10	0,729	0,239		- 0,367	- 0,401		0,824
11	0,748	0,253		- 0,326		- 0,152	0,826
12	0,809	0,266			- 0,437	- 0,309	0,792
13	0,691		0,289	- 0,448	- 0,074		0,831
14	0,708		0,308	- 0,408		- 0,133	0,835
15	0,806		0,233		- 0,419	- 0,347	0,777
16		0,263	0,507	- 0,713	- 0,408		0,489
17		0,242	0,501	- 0,760		- 0,018	0,484
18		0,348	0,392		- 0,319	- 0,337	0,274
19	0,692	0,484	0,237	- 0,376	- 0,066	- 0,167	0,853
20	0,822						0,676

Parmi les mesures liées négativement avec  $z_2$ , la hauteur de poitrine, le tour de poitrine et la profondeur des blancs paraissent être des mesures interchangeables. Nous avons écarté la profondeur des blancs qui est une mensuration peu précise et impossible à prendre sur le poulet vivant. Le tour de poitrine présente une forte corrélation partielle à poids constant (0,772) avec la hauteur de poitrine. Mais c'est un caractère complexe, dont la mesure sur le vivant est peu précise et dont la corrélation avec  $z_2$  est moindre en valeur absolue, que celle de la hauteur de poitrine. Nous n'avons donc retenu que la hauteur de poitrine. Un raisonnement analogue peut s'appliquer aux longueurs du pilon, de la patte et du doigt. Nous avons retenu la longueur de la patte dont la mesure est la plus facile et la plus précise et qui a souvent été utilisée en sélection. Nous avons également conservé la longueur du bréchet, qui est facile à mesurer et a déjà été utilisée en sélection.

Nous avons calculé les équations de régression en prenant 2, 4 ou 6 variables

indépendantes, chaque équation ayant le même nombre de variables en corrélation positive et négative avec  $z_2$ . Le tableau 6 donne les coefficients de régression pour chacune des 19 combinaisons, ainsi que le carré des coefficients de corrélation multiple correspondants ( $R^2$ ). Les variables sont sous la forme centrée-réduite. La dernière ligne du tableau rappelle la valeur de prédiction de l'angle de poitrine seul.

Parmi les équations à 2 variables, celles qui estiment le mieux  $z_2$  comprennent l'angle de poitrine (équations 1, 2 et 3). La meilleure fait intervenir l'angle et la hauteur de poitrine. Parmi les équations à 4 variables, les meilleures comprennent l'angle et la hauteur de poitrine, conséquence logique du résultat précédent (équations 10, 11, 13 et 14). L'utilisation des 6 mensurations retenues (équation 19) n'améliore que faiblement la meilleure équation à 4 variables qui fait intervenir l'angle et la hauteur de poitrine, le tour du pilon et la longueur de la patte (n° 14).

On peut constater que les mensurations du membre postérieur apportent une faible contribution à la prédiction de  $z_2$ , qui apparaît ainsi essentiellement comme une variabilité dans la forme du tronc. Au niveau du tronc, la longueur du bréchet conduit à des coefficients de régression peu élevés. Il semble préférable de lui substituer la hauteur de poitrine pour décrire la variabilité phénotypique de la « forme » corporelle. Un résultat analogue avait été obtenu par JAAP (1941). Cet auteur comparait des poulets d'origine génétique différente en utilisant le rapport mensuration/racine cubique du poids. Il concluait que la meilleure conformation était obtenue avec une hauteur de poitrine faible et des pattes courtes (relativement au poids) tandis que la longueur du bréchet n'intervenait pas. C'est le type de conformation qui est décrit par la deuxième composante principale.

## CONCLUSION

Le présent travail concernant des mensurations de carcasse du poulet complète celui réalisé sur des animaux vivants appartenant au même groupe génétique. Dans l'ensemble, les résultats observés sur le vivant sont confirmés : le lot d'éclosion influe fortement sur les moyennes mais très peu sur l'homogénéité des variances ; l'hypothèse de la normalité des distributions peut être admise (mais il ne semble pas possible de généraliser ce résultat). Par contre, les mensurations sur carcasses ont le plus souvent une meilleure précision et conduisent à des corrélations plus fortes.

L'analyse en composantes principales des corrélations phénotypiques permet dans les 2 cas de définir un facteur de « taille générale », bien représenté par la longueur du tronc et un facteur de « compacité », bien représenté par l'angle et la hauteur de poitrine. Le travail sur carcasses a permis en outre de supposer l'existence de facteurs spécifiques nombreux (en particulier pour la crête), mais ils représentent une faible partie de la variance analysée et mériteraient confirmation.

Les 2 premières composantes doivent suffire pour exprimer en pratique les variations morphologiques du poulet. Nous avons discuté leur estimation à partir d'un petit nombre de mensurations. Un prochain travail concernera l'étude génétique de la variabilité morphologique du même échantillon d'animaux et la recherche des relations pouvant exister entre la forme corporelle et la qualité de la carcasse.



## SUMMARY

STUDY OF CONFORMATION MEASUREMENTS IN THE CHICKEN  
 3. ANALYSIS OF PHENOTYPIC VARIABILITY OF CARCASE MEASUREMENTS  
 IN « BRESSE-PILE » COCKERELS

Morphological variability in chickens was studied in 24 measurements taken on the body, limbs, head and comb. The birds were cockerels of the *Bresse-Pile* strain, killed at the age of 11 weeks. The results complete and confirm those previously obtained with live chickens 8 weeks old, offspring of the same parental population (cf. RICARD and ROUVIER, 1965; ROUVIER and RICARD, 1965).

Table 1 shows the measurements taken and their reliability coefficients. The coefficients were better for carcasses than for measurements on the live bird.

In table 2 are shown the statistical parameters, with the results of tests of normality and of the effect of hatch on variances and means. The sample may be considered as coming from a normal population. Hatch affected the means, but not the variances.

Table 3 gives the phenotypic correlation coefficients for measurements of the carcass and also of the live chickens of the same genetic group. Taken as a whole the correlations for the live birds were somewhat lower.

The correlations were analysed by the method of principal components. Table 4 gives the latent root of each component as an absolute value and as a percentage of total variance and of analysed variance. Table 5 shows the coefficients of correlation between the 24 measurements and the 7 principal components with greatest variance. The first component expresses the variations in general size of the chicken. The second corresponds to a shape variation related to the compactness of the body, mainly in the trunk. The third represents a factor specific to the development of the comb. The following components explain only a small part of the analysed variance. They represent specific or group factors more difficult to interpret.

In practice, consideration of the first two principal components must suffice to express the morphological variability in the chicken. The general size component is well represented by trunk length and lengths of parts of the limbs. These latter are less precise, (lengths of « arm » and of thigh), or are more closely related to the other components (lengths of leg and of shank). Table 6 shows the partial regression coefficients from which the component of compactness may be expressed in relation to a small number of measurements: angle of breast, thickness of shank, circumference of leg, depth of breast, length of keel and length of shank. A combination of angle and depth of breast gives a very good estimation of this component.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ASMUNDSON V. S., 1944. Measuring strain differences in the conformation of turkeys. *Poult. Sci.*, **23**, 21-29.
- ASMUNDSON V. S., 1945. Inheritance of breast width in turkeys. *Poult. Sci.*, **24**, 150-154.
- ASMUNDSON V. S., 1948. Inherited differences in weight and conformation of *Bronze* turkeys. *Poult. Sci.*, **27**, 695-709.
- BIRD S., 1943. Determination of fleshing characteristics in market poultry. I. Chickens. *Sci. Agric.*, **24**, 135-144.
- BIRD S., 1948. Quantitative determination and segregation of breast conformation in poultry. *Poult. Sci.*, **27**, 506-508.
- COCK A. G., 1963. Genetical studies on growth and form in the fowl. I. Phenotypic variation in the relative growth pattern of shank length and body weight. *Genet. Res.*, **4**, 167-172.
- FRISCHKNECHT C. O., JULI M. A., 1946. Amount of breast meat and live and dressed grades in relation to body measurements in 12-week old purebred and crossbred chickens. *Poult. Sci.*, **25**, 330-345.
- HOTTELING H., 1933. Analysis of a complex of statistical variables into principal components. *J. Educ. Psych.*, **24**, 417-441, 498-520.
- JAAP R. G., 1941. Body form in growing chickens. *J. agric. Res.*, **62**, 431-443.
- JOLICEUR P., MOSIMANN J. E., 1960. Size and shape variation in the painted turtle. A principal component analysis. *Growth*, **24**, 339-354.

- LERNER I. M., 1937. Shank length as a criterion of inherent size. *Poult. Sci.*, **16**, 213-215.
- LUSH J. L., 1945. *Animal breeding plans*, 173. 3rd Edition. The Iowa State College Press, Ames.
- PALSSON H., 1955. Conformation and body composition. In HAMMOND J., *Progress in the physiology of farm animals*, Vol. 2, 430-542. Butterworths, London.
- 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.
- ROUVIER R., CANONGE J. C., 1964. Réalisation et utilisation de programmes sur ordinateur qui permettent les calculs statistiques de base sur des données biométriques. *Ann. Zootech.*, **13**, 379-387.
- 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., TASSENCOURT L., CANONGE J. C., 1962. Diagonalisation d'une matrice symétrique. Application à l'analyse factorielle. *Programmes 62 023 et 63 027 de la Station centrale de Génétique animale*.
- SCHNEIDER M., DUNN L. C., 1924. On the length and variability of the bones of the *White Leghorn* fowl. *Anat. Rec.*, **27**, 229-239.
- TANNER J. M., BURT A. W. A., 1954. Physique in the infra human mammalia. A factor analysis of body measurements of dairy cows. *J. Genet.*, **52**, 36-51.
- TANNER J. M., SAWIN P. B., 1953. Morphogenetic studies of the rabbit. XI. Genetic differences in the growth of the vertebral column and their relations to growth and development in man. *J. Anat.*, **87**, 54-65.
- TAYLOR St. C. S., ROLLINS W. C., 1963. Body size and conformation in identical twin cattle. *Anim. Prod.*, **5**, 77-86.
- TEISSIER G., 1955. Allométrie de taille et variabilité chez *Maia squinado*. *Arch. Zool. exper. gen.*, **92**, 221-264.
- VISSAC B., POUTOUS M., TASSENCOURT L., 1962. Analyse et décomposition des variances et covariances dans le cas d'un schéma hiérarchique. *Programme 62 021 de la Station centrale de Génétique animale*.
-