ÉTUDE DU CARACTÈRE CULARD

II. — INCIDENCE DU CARACTÈRE CULARD SUR LA MORPHOLOGIE GÉNÉRALE DES BOVINS

B. VISSAC

avec la collaboration technique de B. PERREAU

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

SOMMAIRE

La morphologie de bovins de types culard et normal a été comparée, après abattage, à 15, 20 et 30 mois.

L'hypertrophie musculaire des culards appréciée par les poids de viande est particulièrement nette au niveau de l'épaule et surtout de la cuisse. Elle semble croître principalement du thorax vers le membre postérieur le long de la colonne vertébrale. La réduction parallèle du poids du squelette est générale. Elle intervient, au niveau des membres, suivant un gradient centripète d'intensité croissante. Le poids des autres organes et tissus est diminué : le tissu adipeux, les phanères et le tube digestif notamment. Ces résultats sont remarquablement concordants aux 3 âges d'abattage considérés, ce qui conduit à penser que les caractéristiques morphologiques liées au caractère culard se manifestent tôt dans la vie de l'animal.

Des fonctions linéaires discriminantes ont été établies à partir de variables choisies suivant une méthode de sélection progressive : la hauteur et la largeur sur l'animal vif, les poids de viande et d'os de l'épaule ou du globe associés aux poids de la peau ou du gras de rognon après abattage, paraissent être les mesures les plus efficaces pour distinguer le bovin culard du normal.

INTRODUCTION

Avant de poursuivre des recherches approfondies sur le culard, il importe de pouvoir définir d'une façon objective et analytique ce caractère dans ses répercussions les plus évidentes sur la morphologie des bovins. Une telle étude peut orienter le phy-

siologiste ou le nutritionniste sur la recherche des mécanismes en cause ; elle est indispensable au généticien à qui elle peut fournir des critères objectifs de mesure du caractère culard.

Après avoir effectué une revue bibliographique générale des travaux effectués sur ce caractère (LAUVERGNE *et al.*, 1963) nous avons, dans cet esprit, comparé la morphologie de bovins culards et normaux à plusieurs stades de leur croissance ⁽¹⁾.

I. — MATÉRIEL ET MÉTHODES

A. — Matériel animal

L'étude, effectuée de 1960 à 1964, a porté sur des lots de bovins mâles de race *Charolaise*, choisis comme représentatifs des types culard et normal. Les trois âges d'abattage suivants ont été retenus : 15 mois, 20 mois, 30 mois parce qu'ils correspondaient à des âges commerciaux.

Dans les deux premiers cas, les animaux étaient achetés au sevrage (7-8 mois) et, après une période de transition d'environ 40 jours, nourris *ad libitum* avec une ration à base de betteraves, de foin de luzerne et de paille ; ils étaient abattus à l'âge indiqué et contrôlés à l'abattoir du C. N. R. Z. Dans le troisième cas, il s'agissait d'animaux achetés sur le marché, d'antécédents inconnus et dont l'âge d'abattage était approximatif ⁽²⁾.

Les bovins de 30 mois étaient castrés à des âges non précisés ; ceux de 15 mois et de 20 mois étaient entiers.

Les caractéristiques principales du matériel animal et du schéma expérimental sont présentées au tableau I.

TABLEAU I

Caractéristiques du matériel animal et du schéma expérimental

Âges d'abattage	Nombre d'animaux				Périodes d'abattage
	Culards		Normaux		
	Entiers	Castrés	Entiers	Castrés	
15 mois	12 (1)	0	11 (2)	0	printemps 1963
20 mois	10 (2)	0	9 (3)	0	automne 1964
30 mois	0	5 (1)	0	6	automne 1960

⁽¹⁾ Un certain nombre d'animaux dont l'effectif figure entre parenthèses pour chaque lot ont été éliminés en cours de contrôle (15 et 20 mois) pour des raisons sanitaires.

⁽¹⁾ Cette recherche a été financée par la Délégation générale à la Recherche scientifique et technique et effectuée en collaboration avec les chercheurs du groupe d'études sur le culard dirigé par MM. CHARLET et POLY.

⁽²⁾ Quelques résultats sommaires relatifs à ce groupe d'animaux de 30 mois ont été présentés lors de précédentes réunions des Commissions d'Etudes de la Fédération européenne de Zootechnie à Baden (VISSAC, 1962) et à Edimbourg (ANONYME, 1966).

Par ailleurs, MABILLEAU (1961) et GRENET (1964) ont utilisé, dans des travaux d'élève, réalisés sous la direction de l'auteur, une partie des matériaux du présent mémoire.

TABLEAU 2

Désignation des mesures

Ensemble de mesures	Abréviation de la mesure	Nom de la mesure
A Mesures corporelles externes	A ₁	Hauteur au garrot
	A ₂	Hauteur au sacrum
	A ₃	Hauteur de poitrine
	A ₄	Longueur du corps
	A ₅	Longueur du bassin
	A ₆	Largeur aux épaules
	A ₇	Largeur de poitrine
	A ₈	Largeur aux hanches
	A ₉	Largeur aux trochanters
	A ₁₀	Tour de poitrine
	A ₁₁	Tour de grasset
	A ₁₂	Tour spiral
	A ₁₃	Tour de canon
	A ₁₄	Longueur de la tête
	A ₁₅	Largeur de la tête
	A ₁₆	Poids vif
B Mesures de la carcasse	B ₁	Longueur de la carcasse
	B ₂	Profondeur de poitrine
	B ₃	Longueur arrière 1
	B ₄	Longueur arrière 2
	B ₅	Distance jarret-symphyse
	B ₆	Épaisseur du plat de côtes
	B ₇	Épaisseur du faux-filet (antérieur)
	B ₈	Épaisseur du faux-filet (postérieur)
	B ₉	Épaisseur de la cuisse
	B ₁₂	Distance jarret-périnée
	B ₁₃	Poids de la carcasse chaude
C Poids des éléments du 5 ^e quartier	C ₁	Langue
	C ₂	Tripes
	C ₃	Feuillet
	C ₄	Boyaux
	C ₅	Vessie
	C ₆	Cornes
	C ₇	Peau
	C ₈	Pieds
	C ₉	Joues et ganaches
	C ₁₀	Rate
	C ₁₁	Foie
	C ₁₂	Cœur
	C ₁₃	Gras péritonéal et interne
	C ₁₄	Gras périrénal
	C ₁₅	Sang
	C ₁₆	Poumons
D Poids des os et groupes d'os	D ₁	Os du rumsteak
	D ₂	Os du faux-filet
	D ₃	Os du train de côtes
	D ₄	Omoplate
	D ₅	Humérus
	D ₆	Radius et cubitus

Ensemble de mesures	Abréviation de la mesure	Nom de la mesure
Poids des os et groupes d'os	D ₇ D ₈ D ₉ D ₁₀ D ₁₁	Métacarpe Coxal Fémur et rotule Tibia et crosse Métatarse
E Poids des parties de la carcasse après découpe	E ₁ E ₂ E ₃ E ₄ E ₅ E ₆ E ₇ E ₈ E ₉	Collier Épaule Basses côtes Train de côtes Poitrine et plat de côtes Hampe et bavette Filet et faux-filet Rumsteack Globe
F Poids des os et de la viande après découpe et désossage	F ₁ F ₂ F ₃ F ₄ F ₅ F ₆ F ₇ F ₈ F ₉ F ₁₀ F ₁₁ F ₁₂ F ₁₃ F ₁₄ F ₁₅ F ₁₆	Viande de l'épaule Pièce parée Boule de macreuse Os de l'épaule Viande de train de côtes Filet Viande de rumsteack Hampe et bavette Os du train de côtes Os du faux-filet Os du rumsteack Tranche Tranche grasse Gîte Os du globe Faux-filet
G Mensurations de certains os des membres et ceintures	G ₁ G ₂ G ₃ G ₄ G ₅ G ₆ G ₇ G ₈ G ₉ G ₁₀ G ₁₁ G ₁₂ G ₁₃ G ₁₄ G ₁₅ G ₁₆	Longueur du scapulum Hauteur du scapulum Épaisseur du scapulum Longueur de l'humérus 1 Largeur épiphysaire de l'humérus 1 Largeur épiphysaire de l'humérus 2 Longueur de l'os coxal Largeur de l'ilion (largeur externe) Épaisseur de la branche iliaque Épaisseur de la branche ischiale Section os rumsteak Longueur du fémur Largeur épiphysaire du fémur 1 Largeur épiphysaire du fémur 2 Section diaphysaire externe du fémur Section diaphysaire interne du fémur
H Mesures synthétiques	H ₁ H ₂ H ₃ H ₄ H ₅ H ₆	Poids vif Hauteur au garrot Largeur aux trochanters Épaisseur à la cuisse Longueur de la carcasse Poids de l'estomac

Ensemble de mesures	Abréviation de la mesure	Nom de la mesure
Mesures synthétiques	H ₇	Poids des boyaux
	H ₈	Poids des abats-rouges
	H ₉	Poids de la tête et des pieds
	H ₁₀	Poids du globe et de l'épaule
	H ₁₁	Poids du reste de la carcasse
	H ₁₂	Poids d'os
	H ₁₃	Poids de la viande
	H ₁₄	Poids des dépôts adipeux
	H ₁₅	Poids des phanères

Note : Certaines des mesures de l'ensemble A n'ont pas été réalisées sur le lot d'animaux abattus à 30 mois. Les mesures B ont été prises en double une fois sur chaque demi-carcasse. Dans l'ensemble C il s'agit de mesure, prises sur les organes vides. Les morceaux de l'ensemble E sont délimités suivant la découpe de Paris, tels qu'elle est pratiquée aux abattoirs du C. N. R. Z., la terminologie est celle du commerce de demi-gros. Certaines mesures ont été répétées dans plusieurs ensembles en vue de comparaisons simultanées qui seront effectuées uniquement à l'intérieur des ensembles ; les mesures sont exprimées en millimètres pour les longueurs, en décagrammes pour les poids sauf pour les poids des os et les poids vifs dont les unités utilisées sont respectivement les grammes et les kilogrammes.

B. — Contrôle de la morphologie

Différentes mesures linéaires ou pondérales ont été effectuées sur les animaux vivants (avant abattage), sur les éléments du 5^e quartier et sur l'une des deux demi-carcasses. Ces mesures ont été regroupées en ensembles biologiques homogènes soit en raison de la nature physique des mesures, des conditions pratiques de réalisation ou des tissus auxquels elles se rapportent. Ce regroupement a été effectué pour des raisons de clarté de présentation et d'organisation des calculs ultérieurs. Les ensembles considérés sont ainsi désignés :

- A : mesures corporelles externes,
- B : mesures de la carcasse,
- C : poids des éléments du 5^e quartier,
- D : poids des os ou groupes d'os,
- E : poids des parties de la carcasse après découpe,
- F : poids des os et de la viande de ces parties après découpe et désossage,
- G : mensurations de certains os,
- H : mesures globales.

Les mesures correspondant à chacun de ces ensembles sont indiquées sur le tableau 2 et représentées schématiquement sur les figures 1 à 6 pour les ensembles A, B, D, E, F, et G, sans aucun détail sur la technique opératoire. Elles seront désignées, dans la suite de ce texte, par la lettre majuscule de l'ensemble auquel elles se rapportent (voir ci-dessus) et par le numéro d'ordre indicé figurant au tableau 2. En ce qui concerne l'ensemble H (mesures synthétiques) on a considéré les mesures du corps et de la carcasse les plus caractéristiques (H₁ à H₅) ainsi que les poids de groupes d'organes (estomac = ensemble des réservoirs gastriques), de tissus (dépôts adipeux au niveau du cœur, des intestins et du rein) ou de parties corporelles similaires dans leur fonction (globe et épaule), ou leur origine (phanères = cornes et peau). Les poids d'os (H₁₂) et de viande (H₁₃) représentent ces mêmes critères dans la fraction désossée, mais non dégraissée, de la demi-carcasse (poitrine, plat de côtes et collier non compris).

Notons enfin que certaines mesures des ensembles A, D et G n'ont pas été réalisées sur les animaux de 30 mois.

C. — Méthode biométrique

Les groupes de bovins culars et normaux, abattus au même âge, ont été comparés d'abord à partir de chaque mesure prise séparément d'après le *t* de Student-Fisher. Les comparaisons effectuées

ensuite à partir de plusieurs mesures prises simultanément ($X_1 \dots X_i, \dots X_n$) sont basées sur l'emploi de la fonction discriminante linéaire de FISHER :

$$F = \sum_{i=1}^n a_i X_i$$

L'importance statistique des différences enregistrées entre deux groupes de N_1 et N_2 animaux pour un ensemble de n mesures a été exprimée par le D^2 de Mahalanobis D_n^2 et testée à partir de l'expression :

$$\frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 - n - 1)}{n (N_1 + N_2) (N_1 + N_2 - 2)} D_n^2$$

distribuée comme un rapport de variance avec n et $N_1 + N_2 - n - 1$ degrés de liberté (RAO, 1952).

Bien que les animaux destinés à être abattus au même âge et appartenant à des lots différents (culards — normaux par exemple) aient été accouplés dans la conduite de l'expérience, nous n'avons pas utilisé la méthode des couples pour le t de Student, ni le D^2 de REYMENT (1962), homologue du t

FIG. 1. — Représentation schématique des mensurations corporelles (A_i)

FIG. 2. — Représentation schématique des comparaisons entre bovins culards et normaux pour les mensurations de carcasses (B_i)

Pour chaque mensuration on a indiqué le signe de la différence moyenne entre bovins culards et normaux pour cette mesure, suivi de la valeur du t de Student-Fischer correspondant. Les trois données se rapportent aux abattages réalisés respectivement à 15, 20 et 30 mois.

FIG. 3. — Représentation schématique des comparaisons entre bovins culards et normaux pour les poids des os et groupes d'os (D_i)

Pour la signification des données de la figure, voir légende figure 2

FIG. 4. — Représentation schématique des comparaisons entre bovins culards et normaux pour les poids des morceaux de découpe (E_i)
Pour la signification des données voir légende figure 2

FIG. 5. — Représentation schématique des comparaisons entre bovins culards et normaux pour les poids de morceaux de viande désossés (F_i)
Pour la signification des données, voir légende figure 2

FIG. 6 - Représentation schématique des mesures d'os

de la méthode des couples dans le cas de n variables, en raison des éliminations qui sont intervenues en cours d'étude. Cette façon de faire aurait pu accroître sensiblement l'efficacité des comparaisons statistiques et tenir compte de l'hétérogénéité des matrices de variances-covariances relatives aux 2 lots comparés : culards-normaux.

Un choix systématique des mesures les plus efficaces dans chaque ensemble pour discriminer les deux groupes a été réalisé suivant la méthode de sélection progressive décrite par WAGNER (1965). Cette méthode est une transposition à la comparaison de 2 groupes de la méthode de sélection dite *forward selection* proposée notamment par HAMAKER (1962) pour déterminer les variables fournissant la meilleure prédiction d'une variable dépendante. Rappelons son principe : si on part d'un ensemble de N mesures, on choisit d'abord celle correspondant à la valeur de t ou (D^2_1) la plus élevée. Après avoir calculé les $N - 1$ valeurs de D^2_2 obtenues à partir de cette mesure et chacune des autres on choisit une 2^e mesure correspondant à la valeur de D^2_2 maximum. On progresse ainsi pas à pas. Les programmes de calcul élaborés à cet effet nous permettent de choisir les 6 variables les plus efficaces pour discriminer 2 groupes dans un ensemble maximum de 16 variables ($N = 16$). La contribution spécifique de la i^{ème} variable introduite dans la discrimination de 2 groupes a été testée à partir de

$$\text{la quantité} \quad \left(\frac{1 + \frac{N_1 N_2}{(N_1 + N_2)(N_1 + N_2 - 2)} D^2_i}{1 + \frac{N_1 N_2}{(N_1 + N_2)(N_1 + N_2 - 2)} D^2_{i-1}} - 1 \right) (N_1 + N_2 - i - 1)$$

distribuée comme un rapport de variance avec 1 et $N_1 + N_2 - i - 1$ degrés de liberté (RAO, 1952).

Les valeurs des coefficients des fonctions discriminantes (F et F') relatives à 2 comparaisons effectuées, sur les mêmes variables, à 2 âges d'abattage différentes par exemple, ont été comparées en calculant l'angle θ que font entre elles les droites représentatives des 2 fonctions discriminantes.

$$\text{Si} \quad F = \sum_{i=n} a_i X_i,$$

$$\text{et} \quad F' = \sum_{i=n} a'_i X_i,$$

$$\text{on sait, en effet, que } \cos \theta = \frac{\sum_{i=n} a_i a'_i}{\sqrt{\sum_{i=n} a_i^2 \sum_{i=n} a'^2_i}}$$

(BLACKITH, 1965).

II. — RÉSULTATS BIOMÉTRIQUES

A. — Comparaison des mesures individuelles

Pour chaque lot d'animaux, les valeurs moyennes et les écart-types de chaque mesure sont rassemblés sur le tableau 3 ainsi que les valeurs de t et leur signification statistique dans le cas des comparaisons suivantes :

culards/normaux (15 mois)
culards/normaux (20 mois)
culards/normaux (30 mois)

B. — Sélection progressive des mesures

Cette partie de l'étude a été limitée à chacune des 2 comparaisons :

culards/normaux (15 mois)
culards/normaux (20 mois)

Les lots d'animaux de 30 mois, d'effectifs très restreints, et pour lesquels certaines mesures n'avaient pas été réalisées, ont été exclus de ce travail.

Le tableau 4 rassemble les résultats de cette sélection par ensemble de mesures ; il comporte, pour chaque variable X_i sélectionnée à un stade i :

- l'identification de la variable,
- la valeur de D^2_i relative à la combinaison de i variables correspondantes,
- la signification statistique (aux seuils de 1 p. 100 et 5 p. 100) de la contribution propre à la i ème variable dans la discrimination des 2 groupes considérés.

C. — Comparaison de quelques fonctions discriminantes

Les fonctions discriminantes établies sur les groupes de mesures les plus caractéristiques et les plus efficaces ont été comparées successivement pour :

les culards et normaux de 15 et 20 mois,
les culards et normaux de 15 et 30 mois,
les culards et normaux de 20 et 30 mois.

TABLEAU 3

Moyennes des mesures individuelles des différents types et tests de comparaison (C = culards — N = normaux — E = entiers — Ca = castrés)

Désignation des variables	15 mois CE-NE				20 mois CE-NE				30 mois CCa-NCa			
	$\bar{X}_{CE}$	$\bar{X}_{NE}$	$\bar{X}_{CE}-\bar{X}_{NE}$	<i>l</i>	$\bar{X}_{CE}$	$\bar{X}_{NE}$	$\bar{X}_{CE}-\bar{X}_{NE}$	<i>l</i>	$\bar{X}_{CCa}$	$\bar{X}_{NCa}$	$\bar{X}_{CCa}-\bar{X}_{NCa}$	<i>l</i>
Mesures corporelles externes	A ₁ 1 168	1 217	— 49	4,22++	1 226	1 280	— 54	3,36+	1 268	1 320	— 52	3,63++
	A ₂ 1 229	1 300	— 71	6,46++	1 281	1 355	— 74	3,79++	1 349	1 379	— 30	4,48
	A ₃ 611	641	— 30	3,54++	670	702	— 32	3,68++	691	721	— 30	2,18
	A ₄ 1 356	1 473	— 77	4,12++	1 460	1 560	— 100	4,23++	1 521	1 562	— 41	0,84
	A ₅ 481	496	— 15	2,39+	503	519	— 16	1,90	496	520	— 24	4,72
	A ₆ 602	569	+ 33	2,12+	659	633	+ 26	1,67				
	A ₇ 489	461	+ 28	2,79+	553	523	+ 30	2,50+	500	476	+ 24	2,31
	A ₈ 469	474	— 5	0,66	472	494	— 22	2,49+	495	485	+ 10	0,49
	A ₉ 546	523	+ 23	2,17+	552	521	+ 31	2,19+	584	534	+ 50	3,47++
	A ₁₀ 1 878	1 887	— 9	0,31	1 976	2 025	— 49	2,05				
	A ₁₁ 1 773	1 871	— 98	4,49++	1 894	1 984	— 92	3,55++				
	A ₁₂ 2 356	2 365	— 9	0,25	2 506	2 560	— 54	1,80	2 485	2 529	— 44	1,44
	A ₁₃ 217	229	— 12	3,52++	229	241	— 12	2,19+				
	A ₁₄ 450	469	— 19	2,45+	466	465	— 9	0,82				
	A ₁₅ 218	234	— 16	4,82++	240	249	— 9	2,13+				
	A ₁₆ 516	547	— 31	1,98	597	651	— 54	2,70+	587	623	— 36	1,79
Mesures de la carcasse	B ₁ 1 202	1 244	— 42	3,41++	1 256	1 342	— 86	4,43++	1 313	1 368	— 55	3,00+
	B ₂ 387	416	— 29	4,42++	401	427	— 26	3,40++	448	484	— 36	2,71+
	B ₃ 482	493	— 11	1,84	493	211	— 18	3,01++	378	392	— 14	2,27+
	B ₄ 349	365	— 16	3,97++	373	394	— 21	3,23++	585	613	— 28	2,12
	B ₅ 757	794	— 37	4,88++	796	831	— 35	2,19+	822	847	— 25	2,71+
	B ₆ 64	49	+ 15	6,96++	64	55	+ 9	4,26++	63	57	+ 6	1,43
	B ₇ 161	436	+ 25	4,22++	462	449	+ 13	2,70+	170	455	+ 45	2,21
	B ₈ 263	218	+ 45	5,76++	269	234	+ 35	5,02++	244	213	+ 31	3,05+
	B ₉ 317	293	+ 24	4,38++	335	317	+ 18	3,06++	328	301	+ 27	4,22++
	B ₁₀											
	B ₁₁											
	B ₁₂	515	— 22	2,32+	531	563	— 32	1,64	554	571	— 17	2,02
	B ₁₃	3 344	+ 66	0,51	3 947	4 104	— 157	1,13	3 956	3 939	+ 17	0,00

TABLEAU 3 (suite)

Désignation des variables	45 mois CE-NE				20 mois CE-NE				30 mois CCa-NCa			
	$\bar{X}_{CE}$	$\bar{X}_{NE}$	$\bar{X}_{CE}-\bar{X}_{NE}$	l	$\bar{X}_{CE}$	$\bar{X}_{NE}$	$\bar{X}_{CE}-\bar{X}_{NE}$	l	$\bar{X}_{CCa}$	$\bar{X}_{NCa}$	$\bar{X}_{CCa}-\bar{X}_{NCa}$	l
C ₁	291	328	— 37	4,42++	368	407	— 39	2,59+	418	463	— 45	4,59
C ₂	901	1 084	— 183	4,39++	1 084	1 310	— 274	4,48++	1 437	1 447	— 310	4,34++
C ₃	283	373	— 90	5,36++	442	490	— 78	2,46+	318	448	— 400	3,55++
C ₄	971	1 169	— 198	4,22++	962	1 264	— 299	5,43++	1 477	1 353	— 176	2,40
C ₅	24	29	— 8	4,48	38	47	— 9	4,78	32	35	— 3	0,81
C ₆	186	243	— 57	4,01++	316	377	— 61	3,00++	220	288	— 68	2,79++
C ₇	3 618	4 566	— 948	6,38++	4 337	5 392	— 1 055	5,00++	3 453	4 452	— 699	3,17++
C ₈	965	1 092	— 127	2,98++	1 083	1 220	— 137	2,22+	1 442	1 240	— 98	2,06
C ₉	1 065	1 182	— 117	2,26++	1 227	1 415	— 188	4,14++	1 491	1 399	— 208	2,86+
C ₁₀	97	141	— 44	4,24++	101	142	— 41	2,74+	118	111	+	7
C ₁₁	538	669	— 131	5,99++	586	748	— 162	3,81++	628	687	— 59	4,12
C ₁₂	164	203	— 39	3,93++	180	223	— 43	3,53++	200	227	— 27	2,44+
C ₁₃	440	715	— 275	5,92++	608	1 066	— 458	6,75++	930	1 445	— 545	2,46+
C ₁₄	95	229	— 134	7,05++	479	371	— 192	6,03++	176	463	— 487	1,87
C ₁₅	1 558	1 461	— 203	2,07+	1 611	2 020	— 409	3,59++	1 663	1 790	— 127	4,15
C ₁₆	374	414	— 40	2,03	352	461	— 109	5,29++	427	478	— 51	2,69+
D ₁	1 133	1 345	— 212	3,35++	1 537	1 823	— 286	2,23+	1 518	1 745	— 227	2,06
D ₂	1 348	1 549	— 204	3,14++	1 762	2 126	— 365	2,46+	1 732	1 908	— 176	1,42
D ₃	1 324	1 461	— 137	4,59	1 566	1 872	— 306	3,19++	1 498	1 868	— 370	2,09
D ₄	944	1 064	— 120	2,71+	1 167	1 318	— 181	2,38+	1 462	1 292	— 150	3,21++
D ₅	1 713	1 917	— 204	3,39++	1 902	2 234	— 329	2,97++	1 995	2 170	— 175	2,09
D ₆	1 803	1 955	— 152	4,73	2 026	2 239	— 213	1,70	2 117	2 183	— 66	0,90
D ₇	672	494	— 22	1,42	531	565	— 34	4,39	—	—	—	—
D ₈	832	972	— 140	4,22++	1 100	1 325	— 225	3,30++	993	1 165	— 172	3,14+
D ₉	2 424	2 774	— 350	3,45++	2 820	3 217	— 397	2,21+	2 918	3 152	— 234	4,84
D ₁₀	2 717	2 928	— 211	4,76	3 071	3 375	— 304	1,86	3 212	3 282	— 70	0,34
D ₁₁	519	569	— 50	1,94	618	646	— 28	0,92	—	—	—	—

TABLEAU 3 (suite)

Désignation des variables	15 mois CE-NE				20 mois CE-NE				30 mois CCa-NCa			
	$\bar{X}_{CE}$	$\bar{X}_{NE}$	$\bar{X}_{CE}-\bar{X}_{NE}$	t	$\bar{X}_{CE}$	$\bar{X}_{NE}$	$\bar{X}_{CE}-\bar{X}_{NE}$	t	$\bar{X}_{CCa}$	$\bar{X}_{NCa}$	$\bar{X}_{CCa}-\bar{X}_{NCa}$	t
Poids des parties de la carcasse après découpe	F ₁ 4 494	1 587	—	93	4 778	2 032	— 254	4,84	4 518	4 583	— 65	4,04
	F ₂ 2 043	4 932	—	81	3 384	3 617	— 236	4,32	4 032	3 887	+ 445	4,48
	F ₃ 448	464	—	43	488	607	— 119	4,08++	537	577	+ 40	1,78
	F ₄ 844	872	—	28	4 016	4 094	— 75	4,54	906	4 049	— 443	4,04
	F ₅ 2 935	2 850	—	85	3 442	3 670	— 228	4,65	3 560	3 738	— 178	4,36
	F ₆ 384	444	—	27	516	562	— 26	4,54	472	458	+ 44	0,73
	F ₇ 4 303	4 233	—	70	4 542	4 564	— 49	0,30	1 544	4 535	+ 9	0,00
	F ₈ 4 440	994	—	449	4 344	4 289	+ 25	0,44	4 368	4 235	+ 433	2,47
	F ₉ 4 605	4 240	—	365	5 364	5 005	+ 359	2,54+	5 312	4 819	+ 493	2,86+
Poids des os et de la viande après découpe et désossage	F ₁ 4 567	4 438	—	429	2 272	2 300	— 28	0,20	2 743	2 643	+ 100	4,35
	F ₂ 208	494	—	47	235	254	— 49	4,09	259	271	— 42	0,67
	F ₃ 470	377	—	93	520	474	+ 49	4,97	505	409	+ 96	3,32++
	F ₄ 446	494	—	48	509	582	— 73	2,50+	525	565	— 40	2,09
	F ₅ 707	723	—	46	854	897	— 43	4,07	756	832	— 76	0,79
	F ₆ 399	366	—	33	465	445	+ 20	4,47	485	460	+ 25	4,44
	F ₇ 4 023	854	—	469	4 158	4 405	+ 53	4,06	4 246	4 060	+ 156	2,64+
	F ₈ 384	444	—	27	546	542	— 26	4,54	472	458	+ 44	0,73
	F ₉ 432	446	—	44	457	187	— 30	3,18++	150	487	— 37	2,09
	F ₁₀ 135	455	—	20	476	212	— 36	2,44+	473	494	— 48	4,44
	F ₁₁ 443	434	—	21	454	482	— 28	2,23+	452	475	— 23	2,06
	F ₁₂ 4 297	4 137	—	460	4 524	4 340	+ 244	3,84++	4 489	1 350	+ 439	2,06
	F ₁₃ 844	744	—	400	967	879	+ 88	2,46+	988	839	+ 449	3,28++
	F ₁₄ 4 854	4 666	—	485	2 474	2 005	+ 466	2,45+	2 423	4 870	+ 253	3,01+
	F ₁₅ 597	667	—	70	699	792	— 93	2,97+	712	760	— 48	4,39
	F ₁₆ 763	709	—	54	897	903	— 6	0,00	886	884	+ 2	0,00

TABLEAU 3 (suite)

Désignation des variables	15 mois CE-NE				20 mois CE-NE				30 mois CCa-NCa			
	$\bar{X}_{CE}$	$\bar{X}_{NE}$	$\bar{X}_{CE}-\bar{X}_{NE}$	t	$\bar{X}_{CE}$	$\bar{X}_{NE}$	$\bar{X}_{CE}-\bar{X}_{NE}$	t	$\bar{X}_{CCa}$	$\bar{X}_{NCa}$	$\bar{X}_{CCa}-\bar{X}_{NCa}$	t
Mensu- rations de certains os des mem- bres et ceintures	G_1 280	298	—	3,83++	300	321	—	21	320	338	—	18
	G_2 213	221	—	4,69	237	244	—	7	230	232	—	2
	G_3 55	58	—	2,82++	60	65	—	5	62	66	—	4
	G_4 286	297	—	2,44+	299	313	—	44	285	301	—	46
	G_5 400	403	—	3,27	99	104	—	2				
	G_6 433	447	—	4,78	437	445	—	8				
	G_7 360	367	—	0,90	377	407	—	30				
	G_8 200	212	—	3,04++	219	252	—	23				
	G_9 47	50	—	3,58++	49	54	—	5	57	48	+	9
	G_{10} 57	60	—	2,20+	60	63	—	3				
	G_{11} 3404	3550	—	0,50	3070	3481	—	441	3753	3202	+	551
	G_{12} 373	393	—	4,48++	394	413	—	22	384	399	—	45
	G_{13} 457	466	—	2,56+	463	463	—	0	459	459	—	0
	G_{14} 448	456	—	2,46+	455	459	—	4				
	G_{15} 4451	4619	—	3,38++	4604	4817	—	423	4827	4857	—	30
	G_{16} 618	597	+	0,56	590	623	—	33	729	704	+	25
Mesures synthé- tiques	H_1 516	547	—	4,33	597	651	—	54	587	623	—	36
	H_2 4468	4217	—	3,61++	4226	4280	—	54	4268	4320	—	52
	H_3 515	523	+	2,28+	552	521	+	31	584	534	+	50
	H_4 347	293	+	3,81++	335	317	+	48	329	304	+	28
	H_5 4202	4244	—	2,50+	4256	4342	—	86	4321	4562	—	44
	H_6 4195	4438	—	5,85++	4452	4800	—	348	4464	4864	—	398
	H_7 982	4466	—	3,64++	962	4264	—	299	4202	4353	—	451
	H_8 1482	1402	—	6,80++	1219	1573	—	354	1365	1503	—	138
	H_9 2058	2239	—	2,45+	2310	2635	—	325	2423	2639	—	316
	H_{10} 662	617	+	4,65	814	787	+	27	963	874	+	72
	H_{11} 862	829	+	3,33	4019	4090	—	71	4063	4027	—	24
	H_{12} 4523	4703	—	3,12++	4695	4955	—	260	4706	4877	—	471
	H_{13} 935	862	+	1,51+	4031	984	+	47	4214	4420	—	94
	H_{14} 597	4426	—	8,24++	583	4400	—	517	4325	2470	—	865
	H_{15} 3862	4715	—	7,32++	4653	5769	—	4416	3722	4439	—	717

TABLEAU 4

Sélection progressive des variables suivant la valeur de D²
(C = culards — N = normaux — E = entiers)

Ensemble de mesures	Groupes considérés en comparaison	I ^{er} stade			II ^e stade			III ^e stade			IV ^e stade			V ^e stade			VI ^e stade		
		X ₍₁₎	D ₁ ⁽²⁾	F ₍₃₎	X	D ₂ ²	F	X	D ₃ ²	F	X	D ₄ ²	F	X	D ₅ ²	F	X	D ₆ ²	F
A	45 m CE-NE 20 m CE-NE	A ₂	6,70	++	A ₁₂	42,73	++	A ₁₁	27,76	++	A ₄	33,74		A ₇	37,44		A ₈	53,44	
		A ₄	3,78	++	A ₉	9,35	+	A ₈	40,90		A ₁₆	45,27		A ₁₁	25,46		A ₃	44,52	
B	45 m CE-NE 20 m CE-NE	B ₆	7,27	++	B ₅	13,43	++	B ₈	47,52	+	B ₉	49,40		B ₁	20,05		B ₁₃	22,38	
		B ₈	5,32	++	B ₁	9,62	++	B ₉	44,55		B ₂	44,72		B ₇	48,21		B ₅	21,75	
C	45 m CE-NE 20 m CE-NE	C ₁₄	7,97	++	C ₄	44,20	++	C ₆	18,94	+	C ₂	21,49		C ₁₁	23,42		C ₉	26,78	
		C ₁₃	9,62	++	C ₄	46,47	++	C ₁₅	20,52		C ₃	28,35		C ₉	34,90		C ₆	42,04	
D	45 m CE-NE 20 m CE-NE	D ₈	3,40	++	D ₆	4,71	+	D ₅	9,42	++	D ₃	44,09	+	D ₁	48,21		D ₁₁	49,46	
		D ₈	2,30	++	D ₇	2,98		D ₅	4,34		D ₆	5,10		D ₁₁	5,36		D ₃	5,70	
E	45 m CE-NE 20 m CE-NE	E ₃	4,24	+	E ₉	44,59	++	E ₆	47,33	+	E ₄	19,21		E ₈	20,60		E ₅	21,49	
		E ₃	3,54	++	E ₉	42,96	++	E ₆	13,84		E ₄	44,73		E ₂	44,80		E ₁	44,86	
F	45 m CE-NE 20 m CE-NE	F ₃	2,66	++	F ₁₁	7,84	++	F ₈	40,89	+	F ₆	44,00		F ₁₂	45,43		F ₁₀	46,89	
		F ₁₂	3,41	++	F ₉	11,72	++	F ₇	44,90		F ₅	18,05		F ₁₀	48,77		F ₄	20,32	
G	45 m CE-NE 20 m CE-NE	G ₁₂	2,80	++	G ₁₆	4,00	++	G ₁₅	7,67		G ₂	44,29		G ₁	45,73		G ₈	48,42	
		G ₁	4,05	++	G ₈	6,07		G ₇	7,21		G ₁₅	8,81		G ₃	45,52		G ₁₁	47,64	
H	45 m CE-NE 20 m CE-NE	H ₁₄	41,71	++	H ₁₅	29,63	++	H ₈	42,28		H ₁₁	78,44		H ₆	93,42		H ₂	98,84	
		H ₁₄	40,44	++	H ₇	47,05	++	H ₄	27,74	++	H ₈	30,45		H ₁₁	32,07		H ₁	42,96	

⁽¹⁾ Désignation de la variable retenue à ce stade de la sélection.

⁽²⁾ Valeur de D² correspondant aux variables retenues à ce stade et aux stades antérieurs.

⁽³⁾ Signification statistique aux seuils de 1 p. 100 (++, +) de la contribution spécifique de la variable introduite à ce stade dans la fonction discriminante.

Les valeurs de l'angle θ entre les couples de droites représentatives des fonctions discriminantes figurent au tableau 5.

TABLEAU 5

Valeurs de l'angle θ entre les directions définies par les fonctions discriminantes homologues entre culards et normaux à 15 et 20 mois

(Pour la signification des variables voir le tableau 2)

Variables considérées				θ
A_1	A_9	A_{16}		18°
D_4	D_5	D_6	D_7	54°
D_8	D_9	D_{10}	D_{11}	86°
H_{12}	H_{13}	H_{14}		85°
H_9	H_{10}	H_{11}		26°
H_6	H_7			3°

III. — INTERPRÉTATION ET DISCUSSION DES RÉSULTATS

L'interprétation biologique des résultats statistiques sera effectuée pour chaque ensemble de mesures homogènes.

A. — Mesures corporelles externes

A un âge donné (15 mois, 20 mois, 30 mois) le bovin culard se caractérise par une réduction de la longueur du corps ($5 \text{ cm} < \Delta A_4 < 10 \text{ cm}$) ⁽¹⁾ et de la taille ($3 \text{ cm} < \Delta A_2, \Delta A_1 < 7 \text{ cm}$) : cette dernière étant liée à une diminution de la profondeur de poitrine (A_3) de l'ordre de 3 cm. En outre, les os sont plus fins ($\Delta A_{13} = -1,2 \text{ cm}$).

L'animal culard est, par contre, plus large, que ce soit au niveau des épaules ($\Delta A_6 = 3 \text{ cm}$), de la poitrine ($2,5 \text{ cm} < \Delta A_7 < 3 \text{ cm}$) ou des trochanters ($2 \text{ cm} < \Delta A_9 < 5 \text{ cm}$). Cette différence n'apparaît pas, toutefois, au niveau des hanches, qui seraient au contraire plus resserrées que celles de l'animal normal ($\Delta A_8 = -2 \text{ cm}$ à 20 mois). Réduit en largeur, le bassin l'est aussi en longueur : ($-2 \text{ cm} < \Delta A_5 < -1 \text{ cm}$, $t = 2,39$; 1,90 ; 1, 72). Pour expliquer ce résultat il faut considérer que, parmi les mesures de largeur, celle prise au niveau des hanches est la moins affectée par les variations de développement musculaire ; nous verrons

⁽¹⁾ ΔA_i caractérise l'écart moyen de la mesure A_i entre bovins culards et normaux.

par ailleurs que l'exiguïté du bassin du culard est confirmée par l'étude du squelette.

Au niveau des mesures de circonférence, aucune différence significative n'apparaît entre le tour de poitrine (A_{10}) ou le tour spiral (A_{12}) d'animaux culards et normaux, la réduction de taille ou de longueur étant compensée dans ces mesures par l'élargissement des animaux ; le tour du corps au niveau des grassets est, par contre, plus faible chez les culards ($\Delta A_{11} = -10$ cm, $t = 4,19$; 3,55) ; ce résultat exprime quantitativement l'impression de rétraction de l'abdomen (« ventre levreté ») que fournit l'observation de ces animaux et qui laisse prévoir une diminution du volume de leurs organes digestifs. Globalement, le poids des culards est sensiblement plus faible que celui des bovins normaux (de 30 à 50 kg en moins, soit 6 à 8 p. 100 ; $t = 1,98$; 2,70 ; 1,79).

L'étude des associations linéaires de mesures les plus efficaces pour distinguer culards et normaux ne fait pas apparaître les mêmes variables pour les animaux de 15 et 20 mois, mais, dans les deux cas, la fonction discriminante optimum traduit l'opposition signalée ci-dessus entre les deux types dans les variations de taille (A_2) et longueur (A_4) d'une part, de largeur ($A_{12} - A_9$) d'autre part. Deux variables suffisent pour exprimer cette opposition dans le cas des 20 mois ; par contre, pour les 15 mois, le tour du corps au niveau des grassets apporte une contribution supplémentaire utile pour différencier les deux groupes.

Compte tenu des difficultés pratiques de réalisation de certaines mesures (tour spiral, longueur du corps notamment), on peut être amené à utiliser d'autres variables plus simples à évaluer en vue de traduire efficacement l'opposition ci-dessus. La hauteur au garrot, la largeur aux trochanters, et, éventuellement, le tour au niveau des grassets fournissent alors une discrimination presque aussi bonne. Les directions obtenues par les fonctions discriminantes englobant les deux premières mesures précédentes et le poids vif pour distinguer culards et normaux à 15 et 20 mois sont en fait très voisines ($\theta = 180^\circ$).

Ces résultats sont conformes aux descriptions générales du caractère culard fournies par les différents auteurs cités par LAUVERGNE *et al.* (1963). Les mesures corporelles permettent d'apprécier objectivement la compacité générale du corps et la rétraction du ventre mais non les caractéristiques liées directement à l'hypertrophie musculaire. L'étude par les mêmes méthodes biométriques des mesures corporelles effectuées par RAIMONDI (1961) sur deux lots de 9 taurillons normaux et 9 taurillons culards piémontais conduit à des conclusions voisines : toutefois, dans ce cas, l'augmentation de largeur aux trochanters ($\Delta A_9 = 2,7$ cm) était statistiquement plus nette que la réduction de taille ($\Delta A_1 = -4$ cm). On a pu établir aussi que ces deux mesures étaient statistiquement les plus efficaces pour distinguer les deux groupes après sélection progressive des variables considérées par RAIMONDI.

B. — Mesures de la carcasse

Les comparaisons effectuées sur la carcasse traduisent clairement la réduction du squelette des bovins culards (mesures B_1 à B_4 de distances entre repères osseux) et l'augmentation d'épaisseur des masses musculaires (mesures B_6 à B_{12} d'épaisseurs musculaires). En ce qui concerne la réduction du squelette, les dimensions les plus affectées varient suivant les comparaisons : longueur du membre arrière ($\Delta B_5 = -3$ cm, $t = 4,88$ à 15 mois), longueur de la carcasse

(— 9 cm < ΔB_1 < — 5 cm, 3,00 < t < 4,43). Pour ce qui est des épaisseurs musculaires, les différences les plus importantes apparaissent au niveau du plat de côtes et du faux-filet (mesures postérieures) à 15 et 20 mois (4,26 < t < 6,96) ; sur les lots de 30 mois, c'est cette dernière mesure (t = 3,05 et surtout l'épaisseur de cuisse (t = 4,22 qui permet la meilleure distinction entre culards et normaux.

Une simple association de 2 mesures : l'une de croissance squelettique (distance jarret-symphyse pour les 15 mois, longueur du corps pour les 20 mois), l'autre d'épaisseur musculaire (épaisseur du plat de côtes pour les 15 mois, du faux-filet pour les 20 mois) suffit pour rendre compte des différences entre culards et normaux parmi l'ensemble des mesures initialement réalisées. Le choix de la mesure la plus appropriée dans chacun de ces deux groupes pour une étude à plus grande échelle dépendra donc surtout de contingences pratiques sur les facilités de réalisation.

C. — Poids des éléments du 5^e quartier

Tous les éléments du 5^e quartier, qu'ils représentent des organes appartenant aux appareils digestif, circulatoire, respiratoire, des déchets adipeux ou des productions épidermiques sont plus réduits chez les animaux culards aux 3 âges d'abattage considérés. Les différences paraissent statistiquement plus évidentes à 15 et 20 mois qu'à 30 mois : cela est probablement dû à l'effectif plus réduit des lots de 30 mois d'une part, à l'hétérogénéité des conditions d'élevage (non contrôlées) de ces animaux, hétérogénéité qui a notamment entraîné de grandes fluctuations dans l'état d'engraissement des animaux d'un même type (culard ou normal).

La réduction pondérale du 5^e quartier affecte principalement les dépôts adipeux (C_{13} et C_{14}) ; 5,92 < t < 7,05 à 15 et 20 mois. Les productions épidermiques : cornes (C_6) et peau (C_7) ainsi que le tube digestif (C_2 , C_3 , C_4) sont ensuite les éléments du 5^e quartier les plus légers chez le bovin culard. En ce qui concerne le tube digestif, on ne retrouve pas, chez les bovins de 15 et 20 mois, de réduction plus marquée pour les réservoirs gastriques que pour les intestins. Cette réduction qui apparaît pour le lot de 30 mois avait pu être reliée par nous : VISSAC, (1962) à une tendance observée chez le culard à ingérer des aliments concentrés de préférence aux fourrages grossiers : NEUVY et VISSAC, (1962).

Les fonctions discriminantes les plus efficaces font intervenir, de ce fait, aussi bien chez les animaux de 15 mois que chez ceux de 20 mois, 2 à 3 variables comportant l'une le poids des dépôts adipeux (C_{13} ou C_{14}) l'autre le poids des boyaux (C_4) voire (15 mois) le poids des cornes (C_6).

Ces résultats confirment pleinement les observations faites par des praticiens et des chercheurs sur la faible adiposité du bovin culard : BRUSAFERRO (1905), DECHAMBRE (1911) et, plus tard, RAIMONDI (1956-1957), POMEROY et WILLIAMS (1962) ainsi que sur la finesse de ses phanères (onglons, cornes et poils) : PACI (1935), MASON (1963). Une analyse biométrique similaire effectuée à partir des données recueillies par RAIMONDI (1961) sur les 2 types d'animaux en race *Piémontaise* fait surtout apparaître chez le culard une réduction de poids du tube digestif et des dépôts adipeux internes. Le poids du cœur est, par contre, plus élevé, ce qui n'est pas le cas dans notre étude (ΔC_{12} = — 300 à 400 g, t = 2,41 ; 3,53 ; 3,93 pour les 30, 20 et 15 mois). Cette diminution de poids observée pour le cœur et les poumons pourrait notamment entraîner,

par un phénomène de compensation, une accélération des rythmes cardiaque et respiratoire, ce que nous avons effectivement pu constater sur les culards de 15 mois (tabl. 6).

TABLEAU 6

Rythmes cardiaque et respiratoire de bovins culards et normaux
(Lots abattus à 15 mois : 12 animaux par lot, 9 observations par animal)

		Rythme cardiaque	Rythme respiratoire
Valeur moyenne	CE	109,54	39,24
	NE	99,59	35,07
Extrêmes	CE	86-120	36-42
	NE	84-105	26-45
<i>t</i>		2,00	2,49

La réduction des éléments du 5^e quartier chez le culard, a, comme conséquence pratique, d'annuler, au niveau du poids de la carcasse (B_{13}), les différences de poids vif (A_{16}) qui se manifestent entre les 2 types d'animaux (*t* à la limite du seuil de signification de 5 p. 100 dans les 3 cas). Le rendement du bovin culard est de ce fait nettement supérieur à celui de l'animal normal (+ 4,0 p. 100, + 3,1 p. 100 et + 2,9 p. 100 respectivement à 15, 20 et 30 mois).

D. — Poids des os et groupes d'os

L'analyse des résultats laisse apparaître chez le culard une réduction de poids de tous les os et groupes d'os. Toutefois, si cette réduction est, en général, significative pour tous les groupes de segments vertébraux (D_1 , D_2 , D_3), sauf chez les 30 mois où on peut, là aussi, invoquer le faible effectif et l'hétérogénéité des lots, les résultats sont beaucoup plus fluctuants pour les os des membres. L'observation déjà formulée sur les 30 mois (VISSAC, 1962) selon laquelle le poids des os du culard est d'autant plus réduit (en valeur relative) que l'on va, dans chaque membre, du segment distal au segment proximal, se vérifie sur les animaux de 15 et 20 mois (fig. 3). En fait, seules les différences pondérales relatives aux 2 segments supérieurs : omoplate et humérus, coxal et fémur sont significatives. Si on admet selon HAMMOND (1955) l'existence d'un gradient de croissance centripète des os des membres, cette observation conduirait à admettre que les culards présentent un retard de croissance par rapport aux animaux normaux. Cette différence morphologique au niveau des os des membres du culard n'a pas été vérifiée par POMEROY et WILLIAMS (1962), ces auteurs notent cependant, un gradient céphalo-caudal d'accroissement du rapport des poids des vertèbres thoraciques et côtes du culard et du normal, ce qui permettrait de conclure dans le même sens. Par contre, les résultats que nous obtenons sur les groupes d'os de la colonne vertébrale ne permettent pas de vérifier l'existence de ce 2^e gradient.

Le coxal est, par ailleurs, d'une façon quasi générale, l'os dont la croissance est la plus affectée parmi ceux que nous avons considérés ; il convient de rapprocher ce fait des difficultés de parturition des femelles culardes : PACI (1935) ; HANSET, (1961), voire de la viabilité plus réduite des veaux issus de ces femelles.

La sélection des mesures les plus efficaces pour discriminer les 2 groupes fait précisément ressortir, aussi bien chez les 15 mois que chez les 20 mois, le poids du coxal (D_8) associé au poids d'un segment inférieur du membre avant : radius-cubitus (D_6) ou métacarpe (D_7).

E. — Poids des parties de la carcasse après découpe

L'examen des chiffres du tableau 3 indique clairement que les bovins culards présentent une hypertrophie du train postérieur : globe ($\Delta F_9 = + 3 \text{ à } 5 \text{ kg}$, $t = 2,21$; $2,24$; $2,86$) ; rumsteack, ($\Delta F_8 = + 0,25 \text{ à } 1,5 \text{ kg}$; $t = 2,60$; $0,44$; $2,17$). Cette hypertrophie ne se retrouve pas, au même degré, dans le membre avant (F_2) pour lequel les différences enregistrées varient avec les âges d'abattage. A l'opposé, la partie dorsale antérieure du thorax (basses-côtes, F_3), a une croissance ralentie chez le culard : $- 0,4 \text{ à } 1,2 \text{ kg}$, $t = 2,63$, $4,08$, $1,78$. Ces 2 régions : globe et basses-côtes, qui fournissent, en outre, la meilleure discrimination entre les 2 groupes, aussi bien à 15 mois qu'à 20 mois constitueraient (fig. 4) les pôles extrêmes d'un gradient d'accroissement céphalo-caudal du poids des régions corporelles du culard. Ce résultat ne peut s'expliquer par une différence de précocité entre les 2 types de bovins, à la lumière de la théorie d'HAMMOND (1955) tout au moins.

Sur le plan pratique, ces différences morphologiques se traduisent logiquement par un accroissement sensible du pourcentage de morceaux de 1^{ère} catégorie chez le culard par rapport au normal, de 2,4 p. 100 ; 3,2 p. 100 et 3, 0 p. 100 à 15, 20 et 30 mois respectivement. Ce résultat est conforme aux observations de RAIMONDI (1956-1957).

F. — Poids des os et de la viande après découpe et désossage

Dans le cas de la comparaison des mesures prises individuellement, l'analyse ne porte que sur les morceaux de viande désossés. Elle permet de confirmer et de préciser le sens de l'hypertrophie musculaire constatée au niveau du membre arrière, et, secondairement, de l'épaule. Dans le premier cas, cette hypertrophie est générale : gîte ($2,45 < t < 3,01$), tranche ($2,06 < t < 3,84$), tranche grasse ($2,46 < t < 3,28$) et rumsteack ($1,06 < t < 3,16$). En ce qui concerne l'épaule, seule la boule de macreuse est nettement hypertrophiée ($1,97 < t < 3,91$), les autres morceaux de viande ayant pratiquement un poids équivalent chez les culards et les normaux. Une dissection complète du système musculaire entreprise par ailleurs, sur un sous-échantillon des bovins considérés dans cette étude permettra de préciser la nature et la forme (allongement ou grossissement) des muscles les plus hypertrophiés. Quant à la structure microscopique de ces muscles, les travaux d'OUHAYOUN et BEAUMONT (1968) indiquent, d'après les analyses de la section des fibres, que l'on est en présence chez le culard d'une hyperplasie des fibres (augmentation du nombre total des fibres composant le muscle) que ce dernier soit ou non atteint d'hypertrophie.

Les fonctions discriminantes établies ici, traduisent l'opposition entre l'hypertrophie de certaines régions musculaires (membre arrière, boule de macreuse) et la

réduction particulière du poids de certains groupes d'os (os du rumsteack ou du train de côtes). Tenant compte de ces résultats et de ceux obtenus précédemment, on serait amené à retenir le désossage de l'épaule ou du globe en vue d'une appréciation simplifiée du caractère culard au niveau de la carcasse. Dans le premier cas, la comparaison du poids de la boule de macreuse à celui des deux premiers segments osseux (omoplate et humérus) est un très bon critère de discrimination (fig. 3 et 4). Dans le deuxième cas, le pourcentage d'os du globe fournirait également une bonne indication du caractère culard.

G. — *Mensurations de certains os des membres et des ceintures*

Il convient d'abord de noter que les os mesurés constituent les segments proximaux des membres et des ceintures avant (scapulum et humérus) et arrière (coxal et fémur) c'est-à-dire ceux dont la croissance paraît la plus ralentie chez le bovin culard (voir ci-dessus).

Le coxal étant mis à part, les mesures les plus réduites dans ces os sont, de toute évidence, les mesures de longueur : G_1 pour le scapulum ($3,83 < t < 4,38$), G_4 pour l'humérus ($1,23 < t < 3,36$), G_{12} pour le fémur ($1,81 < t < 4,18$). En ce qui concerne les largeurs des os longs, on ne note pas de différences importantes entre culards et normaux au niveau des épiphyses ; la section diaphysaire externe du fémur est, par contre, plus faible chez le culard, alors que la section correspondante du canal médullaire est identique pour les normaux et les culards qui présentent de ce fait une section osseuse plus réduite au niveau de la diaphyse, ceci est en fait plus net à 15 mois ($- 1,89 \text{ cm}^2$) qu'à 20 mois ($- 0,9 \text{ cm}^2$) et à 30 mois ($- 0,5 \text{ cm}^2$) : faut-il voir là une confirmation de l'opinion émise, au niveau des praticiens, selon laquelle les animaux culards perdraient leurs caractères (finesse de l'os en particulier) en vieillissant.

La réduction de taille caractéristique de l'os coxal est particulièrement nette au niveau de l'ilion (G_8) et de la branche iliaque (G_9). Par contre, la section de l'os coxal pratiquée par le boucher lors de la séparation du globe et du rumsteack, et qui était, paradoxalement, plus étendue chez les culards de 30 mois : VISSAC, (1962) n'est pas significativement différente à 15 et 20 mois.

En fait, la sélection progressive des variables ne permet de retenir qu'une mesure de longueur pour distinguer les deux groupes ; le raccourcissement des os longs est donc, en fait, dans nos échantillons, le seul phénomène statistiquement notable en relation avec la morphologie des os étudiés.

H. — *Mesures globales*

Nous ne reviendrons pas sur l'analyse des résultats relatifs aux mesures déjà envisagées dans la discussion (H_1 à H_8).

Le regroupement des régions corporelles en 3 parties permet de voir que les régions à développement très précoce (tête et pieds) ont un poids plus faible chez le culard (H_9 : $t = 2,45$; $3,33$; $2,57$) ; les membres sont, par contre, sensiblement plus développés (H_{10} : $t = 1,65$; $1,02$; $2,86$). Les directions fournies par les fonctions discriminantes correspondant à ces 3 mesures sont très voisines à 15 mois et à 20 mois ($\theta = 26^\circ$) (tabl. 5).

Si nous considérons maintenant les poids d'os (H_{12}) et de viande (H_{13}) de la fraction désossée de la demi-carasse, ainsi que le poids des dépôts adipeux (H_{14}), le caractère culard se manifeste d'abord par une faible adiposité ($H_{14} : t = 8,21 ; 7,03 ; 2,30$) ensuite par un squelette plus léger ($H_{12} : t = 3,12 ; 2,70 ; 2,16$) enfin seulement par un poids de viande plus élevé ($H_{13} : t = 1,51 ; 1,40 ; 2,26$). Dans ce dernier cas, il est vrai, l'hypertrophie musculaire du culard doit être contrebalancée par la réduction de poids des dépôts adipeux sous-cutanés, intermusculaires et intra-musculaires de la carcasse. Malgré ce résultat, les fonctions discriminantes établies à 15 et 20 mois sur ces 3 mesures sont pratiquement orthogonales ($\theta = 85^\circ$), (tabl. 5).

Parmi l'ensemble des 15 mesures H_i , la discrimination maximum entre lots de bovins culards et normaux est fournie par une association de 2 à 3 mesures variables suivant les âges d'abattage, parmi lesquelles : le poids des dépôts adipeux H_{14} , le poids des phanères (peau et cornes) H_{15} et le poids des boyaux H_7 .

IV. — CONCLUSION

Cette étude fournit une première description macroscopique du caractère culard chez les animaux de divers âges. Après avoir insisté sur ses limites et sur les travaux complémentaires qu'elle nécessite, nous dresserons le bilan des conclusions biologiques et pratiques qu'elle suggère.

La portée de cette étude est d'abord limitée par l'effectif d'animaux envisagé (sur les lots de 30 mois en particulier) : la faiblesse de ce dernier explique vraisemblablement la fluctuation des résultats enregistrés à 15 mois, 20 mois et 30 mois, en ce qui concerne, notamment, la sélection des variables les plus efficaces pour discriminer les types d'animaux différents.

Les mesures étaient, par ailleurs, souvent imprécises, comme toutes mesures effectuées dans les conditions de travail d'un abattoir, et trop globales pour permettre d'en inférer à un fait biologique précis. Il est, en particulier, difficile de dire si les variations de poids des régions corporelles ou des morceaux de viande reflètent des différences de croissance musculaire ou plutôt des modifications dans l'adiposité générale ou locale des parties corporelles considérées : on sait que ces modifications d'adiposité peuvent être suffisamment grandes pour expliquer, à elles seules, des variations notables de proportion des diverses régions de la carcasse : LUITINGH (1962). Les études plus analytiques effectuées au C. N. R. Z. dans le cadre du même projet de recherche sur l'importance, la forme, la composition et la structure anatomique des muscles de bovins des mêmes échantillons, permettront de vérifier et de préciser nos conclusions.

Il ressort d'abord de l'ensemble des résultats que le caractère culard se manifeste par des modifications morphologiques dont la constance est remarquable. L'hypertrophie musculaire, telle qu'on peut l'apprécier à partir d'un désossage de la carcasse semble avoir son expression maximum au niveau de certaines parties de l'épaule et surtout du membre postérieur. Elle semble s'accuser, notamment dans ce dernier cas, suivant un gradient céphalo-caudal qui irait de la partie antérieure du thorax vers le membre arrière, le long de la colonne vertébrale. Parallèlement, la croissance des os des membres paraît freinée suivant un gradient centripète analogue à celui établi par HAMMOND (1955) pour définir le sens de la croissance normale du squelette. Ces deux

évolutions ont pour conséquence que les segments osseux les plus réduits (segments proximaux des membres) supportent apparemment les masses musculaires les plus hypertrophiées (cuisse, épaule). Tous les autres tissus et organes du culard voient leur croissance pondérale diminuée ; ceci est plus net pour le tissu adipeux, les phanères et le tube digestif, que pour les organes vitaux : cœur, poumons, foie, notamment.

Sur le plan pratique, cette étude fournit des procédés de discrimination objective des individus culards en vue de l'étude génétique et de la sélection de ce caractère sur des échantillons importants. Il semble intéressant de retenir, en ce qui concerne les animaux vivants : une mesure de taille, une mesure de largeur et le tour au niveau des grassets ou le poids vif. Dans le cas où des contrôles peuvent être effectués à l'abattage il semble logique, au vu des résultats ci-dessus et compte tenu des difficultés opératoires, de retenir le poids de la peau, celui du gras de rognon ainsi que la longueur de la carcasse et une épaisseur musculaire de cette dernière. Si un désossage partiel est possible, enfin, le poids de la boule de macreuse au niveau de l'épaule ou celui de la viande de la cuisse rapportés respectivement aux poids du scapulum et de l'humérus ou à ceux du fémur et du coxal, fourniront les meilleurs indices d'hypertrophie musculaire des animaux de type culard (fig. 7).

FIG. 7. — Représentation schématique des comparaisons entre bovins culards et normaux suivant les poids de 3 éléments de la carcasse représentatifs du développement des tissus osseux, musculaire et adipeux

— normaux entiers
 culards

La constance des manifestations morphologiques du syndrome culard à 15, 20 et 30 mois conduit, en définitive, à incriminer des modifications précoces de la croissance de ces animaux ; nous pensons ainsi que cette comparaison globale devrait être complétée par une étude dynamique de la croissance pré-et postnatale du jeune bovin culard. L'application d'un protocole simplifié de contrôle à un effectif de bovins plus important et appartenant à d'autres races permettrait, par ailleurs, de saisir les variations de ce caractère qui, chez certains animaux, s'exprime partiellement et chez certains autres, qui n'étaient probablement pas représentés dans notre étude, présente des manifestations exacerbées.

Reçu pour publication en décembre 1967.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier M. LAUVERGNE pour l'aide qu'il a bien voulu m'apporter dans la rédaction de ce travail et MM. CHARLET et BOCCARD pour les critiques et suggestions qu'ils ont formulées à la lecture de ce mémoire.

SUMMARY

STUDY OF THE DOUBLE-MUSCLE CHARACTER

II. — MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS

The morphology of double-muscled steers was compared with that of normal animals at 15, 20 and 30 months of age.

The muscular hypertrophy typically estimated from meat weight is most characteristic at the level of the shoulder and thigh. It seems to increase mainly from the chest towards the leg along the backbone. The simultaneous general shortening of the skeleton follows along the legs a centripetal gradient of increasing intensity. The weight of organs and tissues (mainly fatty tissue, skin derivative (phaneres) and digestive tract) is reduced.

These results are in definite accordance at the two ages considered, which lead as to the view that the morphological characteristics of double-muscled animals appear very early.

Discriminant linear functions were established from variables chosen according to a pattern of progressive selection. Height and width of the live animal, meat and bone weights of shoulder or hindquarter associated with weight of skin and kidney fat of the slaughtered animal, appear as the most suitable measurements for characterizing the double-muscled animal.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANONYME, 1966. Document de travail sur les recherches françaises concernant le caractère culard. *Journées d'Études de la Fédération européenne de Zootechnie*, Edimburg, 35 pp (ronéoté).
- BLACKITH R. F., 1965. Morphometrics. In WATERMAN et MOROWITZ : *Theoretical and mathematical biology*, 225-249, Blaisdell Publishing, New York.
- BRUSAFERRO S., 1905. I vitelli *Piemontesi* alla prova di macellazione. *Moderno Zootro*, **8**, 125-127, 228-233, 248-253.
- DECHAMBRE P., 1911. Les veaux à croupe de poulain. *Recl Méd. vét. ec. Alfort*, **88**, 93-98.
- GRENET N., 1964. Etude comparative de la morphologie et des aptitudes à l'engraissement des jeunes bovins culards. *Mémoire de fin d'études : Inst. tech. Prat. agric.* ; Paris, 59 pp, ronéoté.
- HAMMOND J., 1955. Progress in the physiology of farm animals. *Butterworths scientific Publications*. Londres.
- HAMAKER H.-C., 1962. De l'analyse à régression multiple. *Revue Statist. appl.*, **10**, 23-30.
- HANSET R., 1961. Le problème des bovins « à croupe de poulain ». *Annls. Méd. vét.*, **105**, 14-31.
- LUITINGH H. C., 1962. Developmental changes in beef steers as influenced by fattening age and type of ration. *J. Agric. Sci.*, **58**, 1-47.
- LAUVERGNE J.-J., VISSAC B., PERRAMON A., 1963. Étude du caractère culard. I. Mise au point bibliographique. *Ann. Zootech.*, **12**, 133-156.
- MABILLEAU J.-P., 1961. Comparaison des performances d'engraissement et des qualités d'abattage de bovins de type culards et de type normal. *Mémoire de fin d'études : Inst. tech. Prat. agric.* : Paris, 108 pp, ronéoté.
- MASON I. L., 1963. Symptoms of muscular hypertrophy in heterozygous steers. *Anim. Prod.*, **5**, 57-65.
- NEUVY A., VISSAC B., 1962. Contribution à l'étude du phénomène culard. *Union nationale des livres Généalogiques*, 16, rue Claude Bernard, Paris, 52 pp. (ronéoté).

- OUHAYOUN J., BEAUMONT A., 1968. Étude du caractère culard. III. Anatomie microscopique comparée du tissu musculaire de mâles *Charolais* normaux et culards. *Annls Zootech.*, **17**, (à paraître).
- PACI C., 1936. Indagini e controlli sulle formazione della sottorazza *Albese*. *Riv. Zootec.*, **12**, 48 pp.
- POMEROY R. W., WILLIAMS D. R., 1962. Muscular hypertrophy in cattle. *Anim. Prod.*, **4**, 302.
- RAIMONDI R., 1957. Studio sui bovini *Piemontesi* «a groppa doppia». *Annali Accad. Agric. Torino*, **99**.
- RAIMONDI R., 1961. Esperienza comparativa di ingrassamento e di macellazione tra vitelli *Piemontesi* a «groppa doppia» e comuni. *Annali Sper. agr.*, **15**, 105-151.
- RAO C. R., 1952. Advanced statistical methods in biometric research. Wiley, London, 390 pp.
- REYMENT R. A., 1962. Observations on homogeneity of covariance matrices in paleontologic biometry. *Biometrics*, **18**, 1-11.
- VISSAC B., 1962. Premières recherches françaises sur le caractère culard. *Journées d'Études de la Fédération européenne de Zootechnie*, Baden/Vienne, 15 pp. (ronéoté).
- WAGNER R., 1965. Sélection progressive de variables utilisant la statistique D^2 de MAHALANOBIS. Application à la détermination de la meilleur fonction discriminante séparant deux populations de semis de vigne. *Annls Amél. Pl.*, **15**, 159-181.

I. N. R. A.
BIBLIOTHEQUE UO 3590
DOMAINE DE CROUELLE
63039
CLERMONT-FD CEDEX 2