

ÉTUDE DU CARACTÈRE CULARD

VII. — CROISSANCE ET MUSCULATURE DES FEMELLES, DÉSÉQUILIBRE MORPHOLOGIQUE AU VÊLAGE

B. VISSAC, F. MÉNISSIER et B. PERREAU

avec la collaboration technique de Y. MANIS et H. MARCHAND

*Station de Génétique quantitative et appliquée,
Centre national de Recherches zootechniques, I. N. R. A.,
78350 Jouy en Josas*

RÉSUMÉ

A partir d'un échantillon de génisses *charolaises* culardes et normales accouplées avec des taureaux *charolais* de chaque type, nous avons précisé l'incidence du caractère culard sur la croissance et la morphologie des femelles après sevrage, ainsi que les conséquences de l'hypertrophie musculaire sur les difficultés de parturition.

Le caractère culard s'accompagne de poids supérieurs à la naissance suivi d'un ralentissement de la croissance de 1 à 3-4 ans. Les troubles de mise bas résultent, d'une part, du déséquilibre pondéral entre mère et fœtus lié à leur forme particulière de courbe de croissance et, d'autre part, des modifications morphologiques du train postérieur du veau et du canal pelvien de la mère.

L'hypertrophie musculaire d'origine génétique, ou caractère « culard », a une action évidente sur la composition corporelle des animaux : réduction des dépôts adipeux et accroissement de la quantité de muscles. Cette hypertrophie paraît également avoir un effet sur la croissance pondérale des bovins : effet positif durant la phase *in utero* et les premiers stades de la vie (DECHAMBRE, 1911 ; PACI, 1935 ; BELLET, 1957 ; RAIMONDI, 1957 et 1963) alors que la croissance après sevrage (VISSAC, 1968) et la taille adulte (RAIMONDI, 1963) de ces animaux resteraient inférieures à celles de bovins normaux. Par ailleurs, l'expression de l'hypertrophie musculaire semble influencée par l'âge et les variations de niveau alimentaire subies au cours de la vie des ruminants. Enfin, la plupart des recherches consacrées aux bovins culards font état d'importantes difficultés de mise bas liées à la morphologie du fœtus et de sa mère. Cette incompatibilité morphologique fœto-maternelle résulte en partie des caractéristiques particulières de la croissance des bovins culards.

Ainsi, après avoir comparé la croissance et la morphologie de mâles *charolais* culards et normaux engraisés puis abattus à 15, 20 ou 30 mois (VISSAC, 1968), il nous a paru utile de suivre la croissance de femelles *charolaises* appartenant aux deux types morphologiques et d'analyser, grâce à un plan d'accouplements de chaque type de femelles avec des taureaux culards et normaux, l'incidence des modifications de taille et de morphologie du fœtus et de la mère sur les conditions de vêlage.

I. — MATÉRIEL ANIMAL

Ce matériel a déjà été utilisé dans une précédente étude (LOGEAY et VISSAC, 1970) destinée à préciser le mode de transmission héréditaire du caractère culard.

L'échantillon de femelles culardes est constitué de 35 génisses nées au printemps 1962 (de janvier à avril) dans les élevages de la zone *charolaise*. Toutes présentaient très nettement le caractère culard lors de leur achat dans les élevages : total des notes supérieur à 12, d'après la table de pointage du caractère culard (tabl. 1) proposée par NEUVY et VISSAC (1962). Cet échantillon a été rassemblé pour moitié (18 génisses de 6 mois) à l'automne 1962 dans un premier élevage (A) et pour moitié (17 génisses de 18 mois) à l'automne 1963 dans un deuxième élevage (B).

Les femelles culardes pouvaient, dans chaque cas, être comparées à un lot de femelles normales contemporaines d'effectif équivalent et élevées dans les mêmes conditions. Toutes ces femelles ont été conduites en vue d'obtenir un premier vêlage soit à l'âge de 2 ans (printemps 1964) pour l'élevage A, soit à l'âge de 3 ans (printemps 1965) pour l'élevage B. Pour des raisons d'organisation, au cours de l'hiver 1964-1965, toutes les femelles culardes gestantes ont été rassemblées dans l'élevage B, tandis que les vides ont été regroupées dans l'élevage A. A partir de l'hiver 1965-1966, nous avons rassemblé toutes les femelles culardes au *Domaine Expérimental de La Minière* où n'existait aucune femelle normale contemporaine. Les vaches culardes encore présentes en 1968 dans ce domaine expérimental, ont été éliminées pour des raisons sanitaires (cas de brucellose) ; les réformes intervenues avant cette date n'ont été décidées que pour des accidents, anomalies ou troubles graves.

Dans les 2 élevages A et B, les génisses étaient au pâturage durant l'été et alimentées en hiver avec une ration à base de foin et de concentré.

En fait, les conditions nutritionnelles du troupeau A, situé dans une zone sableuse, étaient médiocres en été et favorables en hiver. Au contraire, le troupeau B, placé dans une zone argileuse peu sensible à la sécheresse d'été, était fortement sous-alimenté en hiver.

De 1963 à 1965, les femelles culardes et leurs contemporaines normales ont été accouplées en partie avec un taureau normal (saillie naturelle), en partie avec deux taureaux culards de faible développement (insémination artificielle). A la suite du nombre réduit de veaux issus d'accouplements : culard × culard, l'ensemble des femelles culardes présentes dans le *Domaine Expérimental de La Minière*, a été inséminé avec du sperme de deux autres taureaux culards sélectionnés d'après le poids et la conformation de leurs descendants croisés à l'âge de 3 mois (FREBLING *et al.*, 1967). La répartition des types d'accouplements par élevage et année, ainsi que le déroulement de l'expérience, ont été schématisés dans l'étude précédente (LOGEAY et VISSAC, 1970 tabl. 1).

Tous les animaux ont été pesés chaque 3 mois environ, à des dates correspondant en général aux périodes de changement de régime alimentaire. A l'occasion de ces pesées, en 1963 et 1964, les génisses ont été soumises à un pointage du caractère culard, suivant la table précédemment décrite (tabl. 1).

Les conditions de vêlage ont été appréciées selon trois catégories :

- a) vêlage réalisé sans assistance ou avec l'aide d'une seule personne ;
- b) vêlage réalisé avec extraction forcée du fœtus, par 2 personnes ou plus ;
- c) vêlage réalisé avec césarienne ou embryotomie.

Les veaux ont été pesés dans les 24 heures qui suivaient la mise bas. Pour quelques veaux issus d'accouplements : culard × culard et normal × normal, nous avons effectué leurs mensurations circulaires à la naissance, dans la position normale du fœtus à la mise bas (BEN DAVID, 1960). Par ailleurs, nous avons réalisé sur certaines femelles de type culard et normal des mensurations corporelles externes et déterminé les principales dimensions de leur détroit pelvien antérieur (MÉNISSIER et VISSAC, 1971).

TABLEAU I

Table de pointage du caractère culard (1)

Numéro du caractère	Désignation des signes extérieurs du caractère	Classement des caractères suivant leur importance pour discriminer les animaux culards
1	Compacité générale (impression de largeur par rapport à la hauteur)	4
2	Musculature de l'épaule	3
3	Rebondis postérieur et latéral de la cuisse	1
4	Musculature générale (sillons intermusculaires)	2
5	Finesse de l'ossature	9
6	Rétraction du ventre	6
7	Inclinaison du bassin	5
8	Attache de la queue	8
9	Orientation des segments osseux des membres et aplombs.	7
10	Particularités de la tête (macroglossie)	10

(1) Proposée par NEUVY et VISSAC (1962).

N. B. : Pour chacun des 10 caractères, l'animal est noté : 0 = animal « normal » ; 1 = animal de type intermédiaire, dit « semi-culard » ; 2 = animal « culard ».

II. — RÉSULTATS

A. — Croissance des femelles

Les poids aux différents âges de référence ont été obtenus par interpolation linéaire à partir des pesées périodiques. Nous avons calculé et comparé les valeurs moyennes des poids des deux types de femelles, de l'âge de 9 mois à l'âge de 30 mois (tabl. 2). Cette période correspond à celle où, d'une part, les animaux étaient entretenus dans les mêmes conditions et, d'autre part, l'effet de la gestation ne se manifestait pas encore. Néanmoins, il existe une certaine influence de la gestation sur les poids à 21 et 24 mois dans la mesure où quelques femelles ont vêlé à 2 ans (VISSAC *et al.*, 1973).

Au-delà de 30 mois, nous nous sommes contentés de tracer (fig. 1) l'évolution des poids moyens des femelles culardes de 6 mois en 6 mois (vaches gestantes de plus de 6 mois exclues) jusqu'à l'âge de 5 ans et demi. Ces poids moyens sont comparés à ceux de vaches *charolaises* de même âge et de même état physiologique contrôlées dans plusieurs élevages *charolais* de la Nièvre à l'automne et en fin d'hiver (LEGENDRE, 1971).

Si les courbes de croissance des deux types de femelles sont comparables de 9 à 15 mois, nous observons ensuite un ralentissement de plus en plus net de la croissance des culardes. Toutefois, vers l'âge de 5 ans, le poids de ces dernières

TABLEAU 2

Poids des femelles culardes et normales à différents âges

Age (en mois)	Type d'animal							
	Culard			Normal			(Normal-culard)	
	Effectif	Moyenne (kg)	Écart- type (kg)	Effectif	Moyenne (kg)	Écart- type (kg)	Différence moyenne (kg)	t de Student- Fisher
9	13	226	48	16	223	44	— 3	0,22 NS
12	14	272	44	16	273	45	1	0,10 NS
15	14	311	37	16	320	42	9	0,58 NS
18	14	358	84	30	392	44	34	1,72 NS
21	28	374	42	30	454	54	80	6,24 *
24	29	400	47	30	482	44	82	6,98 *
30	26	447	42	28	574	48	127	10,29 *

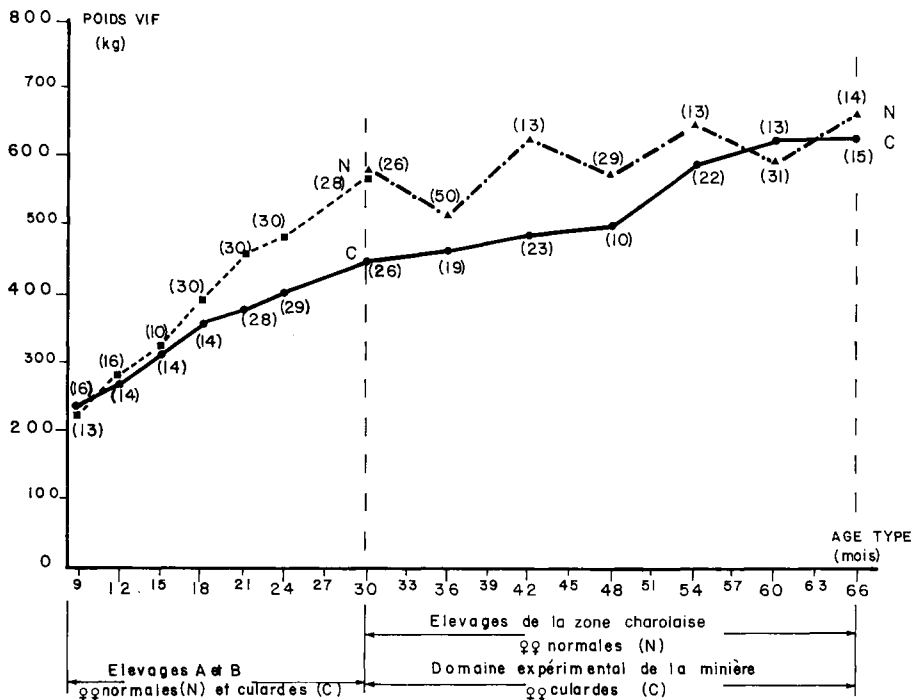
* Significatif au seuil de probabilité $p = 0,005$.NS Non significatif au seuil de probabilité $p = 0,05$.

FIG. 1. — Croissance comparée de femelles charolaises culardes (C) et normales (N)

paraît rattraper celui des femelles normales. En fait, ce résultat peut être lié aux différences de conditions d'élevage des deux échantillons de femelles et, surtout, aux incidences sur la croissance, d'une fertilité et d'une production laitière plus réduites des vaches culardes (VISSAC *et al.*, 1973).

B. — Manifestations extérieures de l'hypertrophie musculaire

Nous avons calculé uniquement la différence entre les valeurs moyennes des dix notes de pointage du caractère culard (tabl. 1) correspondant aux deux types de femelles dans chacun des élevages A et B. Quelles que soient les périodes considérées, nous avons observé que les notations se rapportant à la musculature en général (caractères 1 et 2) ou locale (caractères 3 et 4) sont les plus efficaces pour distinguer les deux groupes de femelles.

TABLEAU 3

Différences entre les valeurs moyennes des notes (1) de pointage de femelles culardes et normales à diverses périodes

	Élevage	A						B			
		Déc. 1962	Jun 1963	Oct. 1963	Déc. 1963	Févr. 1964	Avril 1964	Nov. 1963	Janv. 1964	Mars 1964	Mai 1964
Désignation du caractère pointé	1 Compacité générale	1,4	1,6	1,3	1,0	1,5	1,0	0,6	1,2	1,2	1,0
	2 Musculature de l'épaule	1,3	1,3	1,4	1,4	1,3	1,5	0,5	1,2	1,1	1,0
	3 Rebondi de la cuisse	1,8	1,7	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	0,9	0,4	1,0
	4 Musculature générale	1,1	1,3	1,0	1,0	1,3	1,5	0,9	1,0	0,4	0,8
	5 Finesse de l'os	1,8	0,8	0,8	0,5	0,8	0,5	0,3	1,0	0,1	0,3
	Total	9,3	10,1	9,3	7,5	9,2	10,4	6,2	6,4	4,6	6,5

(1) Notation de chaque caractère selon la table de NEUVY et VISSAC (1962) (tabl. 1).

— : Périodes correspondant à une alimentation restreinte.

Nous avons représenté (tabl. 3) les différences entre les valeurs moyennes des notes relatives à chacun de ces 4 caractères ainsi qu'à la finesse de l'os, pour les contrôles réalisés de 1962 à 1964 dans les troupeaux A et B. Ces différences tendent à diminuer en période de restriction alimentaire (été et automne pour l'élevage A ; fin de l'hiver pour l'élevage B) puis à augmenter dès que les conditions d'alimentation deviennent plus favorables. Les notes de rebondi de la cuisse et de musculature

générale paraissent particulièrement affectées par cette évolution, tandis que celles relatives à la musculature de l'épaule et à la compacité générale du corps manifestent une plus grande stabilité. Compte tenu de l'imprécision de ces notations et des difficultés méthodologiques, nous n'avons pas réalisé d'analyse statistique plus fine de la variation de ces notes.

C. — *Incompatibilité morphologique fœto-maternelle
à la mise bas et difficultés de vêlage*

a) *Conditions de mise bas.*

L'analyse des conditions de vêlage a été effectuée en dissociant :

— les premières années de vêlage (1964 à 1966) où il s'agissait essentiellement de femelles primipares (2, 3 ou 4 ans) normales et culardes accouplées à des mâles des deux types. Pour ces mises bas nous avons séparé les premiers vêlages à 2 ans ($n = 18$) des autres vêlages ($n = 51$). Signalons que pour la dernière année (1966), les difficultés de vêlage des femelles normales n'ont pas été contrôlées ;

— la période postérieure (1965 et 1968) au cours de laquelle toutes les femelles culardes étaient inséminées avec de la semence de taureaux culards testés favorablement sur le développement musculaire de leurs descendants.

Pour la première période, malgré le faible nombre de vêlages et de taureaux concernés (1 taureau normal et 2 taureaux culards), nous observons une influence défavorable du caractère culard sur les conditions de mise bas (tabl. 4), que celui-ci soit présent chez le père ou chez la mère.

Le taux de césariennes pratiquées sur les vaches culardes, au cours de la seconde période, a atteint 73 p. 100 pour 44 vêlages correspondant à 4 taureaux culards.

Dans la première phase de l'expérience (vêlages dans les élevages A et B), on avait déjà noté (RODOT, 1967) une préparation plus discrète des femelles culardes au vêlage. En fait, cette observation pouvait avoir une cause anatomique : la conformation particulière de la croupe des femelles culardes masque en effet le relâchement des ligaments sacro-sciatiques et la « cassure » du bassin avant expulsion du fœtus. Dans la seconde phase (*Domaine expérimental de La Minière*), 37 p. 100 des vaches culardes présentaient une atrésie vulvaire au moment du vêlage ; toutefois, cette raison ne justifie pas à elle seule la pratique de la césarienne mais peut conduire, tout au plus, à une extraction forcée.

b) *Taille et morphologie du fœtus et du bassin de la mère.*

Bassin de la mère. — Nous avons étudié les mensurations de 18 vaches culardes dont le premier vêlage avait nécessité une césarienne, et de 12 vaches de type normal. Les âges moyens de ces deux lots étaient comparables mais, en raison de leur fertilité plus réduite, le nombre de vêlages antérieurs des femelles culardes était inférieur.

Les comparaisons des mensurations moyennes des deux groupes (tabl. 5) indiquent une nette réduction de la surface du détroit pelvien antérieur des femelles culardes. Cette réduction affecte plus l'écartement des ilions (différences significatives aux trois niveaux considérés) que la hauteur sacro-pubienne (différence non

TABEAU 4
Difficultés de vêlage à la suite d'accouplements entre bovins culards et normaux

Type paternel	1 ^{er} vêlage à 2 ans (année 1964)			1 ^{er} vêlage à 3 et 4 ans (années 1965 et 1966)			Ensemble
	Normal	Normal	Culard	Age des femelles	Ensemble		
Normal	F : 11 (85 %) D : 2 (15 %) C : 0 (0 %) 13 vêlages	F : 8 (100 %) D : 0 (0 %) C : 0 (0 %) 8 vêlages (0)*	F : 1 (7 %) D : 6 (43 %) C : 7 (50 %) 14 vêlages (14)*	année 1965 femelles de 3 ans	F : 20 (57 %) D : 8 (23 %) C : 7 (20 %) 35 vêlages (27)*		
Culard	F : 0 (0 %) D : 1 (20 %) C : 4 (80 %) 5 vêlages	F : 5 (21 %) D : 6 (25 %) C : 13 (54 %) 24 vêlages (19)*	F : 0 (0 %) D : 1 (20 %) C : 4 (80 %) 5 vêlages (2)*	années 1965 et 1966 femelles de 3 et 4 ans	F : 5 (15 %) D : 8 (23 %) C : 21 (62 %) 34 vêlages (26)*		

F : vêlages sans assistance ou avec une légère aide d'une seule personne ;
 D : vêlages difficiles avec extraction forcée du fœtus ;
 C : vêlages très difficiles réalisés par césarienne ;
 * nombre de premiers vêlages.

significative). Les diamètres sacro-pubiens et l'ouverture pelvienne qui est une combinaison des deux groupes de mesures précédentes, présentent une réduction intermédiaire si nous nous référons à la valeur du t .

TABLEAU 5

Comparaison des mensurations externes et internes de vaches culardes et normales

Mensurations (cm ou cm ²)		Valeurs moyennes (1)		Différence		t de Student-Fischer
		Culardes	Normales	Valeur absolue	(%) normales	
Externes	Largeur de tête	22,1	22,3	- 0,2	- 0,9	0,83 ^{NS}
	Largeur aux épaules	52,7	46,5	+ 6,2	+ 13,3	5,10*
	Largeur de poitrine	52,8	47,6	+ 5,2	+ 10,9	3,31*
	Largeur aux hanches	54,1	57,3	- 3,2	- 5,6	3,37*
	Largeur aux trochanters	56,0	52,1	+ 3,9	+ 7,5	3,46*
	Largeur aux ischions	14,3	15,6	- 1,3	- 8,3	2,24*
	Longueur du bassin	52,8	55,6	- 2,8	- 5,0	3,39*
Internes	Hauteur sacro-pubienne	19,3	19,9	- 0,6	- 3,0	1,39 ^{NS}
	Largeur bisiliaque supérieure ..	14,4	15,7	- 1,3	- 8,3	2,80*
	Largeur bisiliaque médiane ...	16,0	17,1	- 1,1	- 6,4	2,62*
	Largeur bilisiaque inférieure ..	14,9	16,1	- 1,2	- 7,5	2,90*
	Diamètre sacro-pubien droit ..	18,6	19,3	- 0,7	- 3,6	1,66*
	Diamètre sacro-pubien gauche ..	18,6	19,2	- 0,6	- 3,1	1,28 ^{NS}
	Ouverture pelvienne (2)	306,5	342,0	- 35,5	- 10,4	2,48*
Nombre de vêlages		2,1	3,6			
Effectif		18	12			

(1) Les mensurations externes et internes ont été corrigées pour l'âge des animaux, par régression linéaire.

(2) Produit de la hauteur sacro-pubienne par la largeur bisiliaque médiane.

* Valeur significative au seuil de probabilité $p = 0,05$.

NS Valeur non significative au seuil de probabilité $p = 0,05$.

Nous retrouvons cette réduction, de façon plus nette encore, lorsque nous considérons les trois mesures externes qui permettent d'estimer les dimensions du coxal : largeurs aux hanches et aux ischions, longueur du bassin. Par contre, les autres mesures de largeur (aux niveaux des trochanters et des épaules notamment) sont accrues chez les culardes (différences significatives) et reflètent ainsi l'importance du développement de leur musculature.

Fœtus. — Nous avons d'abord calculé les poids moyens des veaux à la naissance, par type d'accouplement quels que soient l'année, l'âge des mères, le sexe des veaux et les taureaux utilisés (tabl. 6). Ce résultat a été précisé à partir des veaux nés en 1965 et 1966, issus du plan d'accouplements des femelles culardes et normales avec des taureaux des deux types (un taureau normal et 2 taureaux culards). La plupart de ces femelles étaient des primipares ; leurs caractéristiques

(âge et rang de vêlage) figurent dans le tableau 4. Pour ces deux années nous avons calculé (par moindres-carrés) les estimées du poids à la naissance pour chacun des types d'accouplements dans un modèle comportant également l'effet du sexe des veaux (tabl. 7).

TABLEAU 6

Poids moyens (kg) des veaux par type d'accouplements
(Totalité des données)

Type maternel	Type paternel		
	Culard	Normal	Différence
Culard	46,5 (30)	36,3 (24)	+ 10,2
Normal	41,0 (19)	37,0 (8)	+ 4,0
Différence	+ 5,6	— 0,7	41,3 (81)

N. B. : Le chiffre à gauche représente la valeur moyenne ; le chiffre entre parenthèses, représente l'effectif de veaux concernés.

TABLEAU 7

Estimées du poids à la naissance (kg) des veaux par type d'accouplements
(Années : 1965-1966)

Type maternel	Type paternel		
	Culard	Normal	Différence
Culard	+ 5,12 (5)	— 3,83 (23)	+ 8,94
Normal	+ 1,41 (14)	— 2,70 (8)	+ 4,11
Différence	+ 3,71	— 1,13	40,3 ⁽¹⁾ (50)

N. B. — Le chiffre à gauche représente l'estimée de moindres-carrés, le chiffre entre parenthèses représente l'effectif des veaux concernés.

— Les caractéristiques des mères (âge et rang de vêlages) et des taureaux correspondant à ces deux années figurent dans le tableau 4.

(¹) Moyenne générale.

Tous ces résultats traduisent un effet généralement positif du caractère culard sur le poids à la naissance des veaux (+ 5 à + 6 kg), que ce caractère soit présent chez la mère ou chez le père. Néanmoins, cette influence semblerait contrebalancée, en partie, par un effet maternel négatif des femelles culardes (comparaison des accouplements réciproques).

L'accroissement de poids à la naissance lié au caractère culard ne correspond pas à un allongement de la durée de gestation : pour 33 vêlages issus d'accouplements : culard \times culard, au cours de cette expérience, la durée de gestation est de 286 jours ; généralement, pour les femelles *charolaises* normales, nous retenons une durée moyenne de 290 jours (BOUGLER et DERVEAUX, 1969).

A partir de deux échantillons très limités de veaux issus d'accouplements : culard \times culard et normal \times normal, ayant des poids de naissance voisins, nous avons comparé la morphologie des deux types de veaux à la naissance. Les valeurs moyennes des circonférences transversales obtenues, figurent dans le tableau 8, par sexe et type génétique des veaux. Les circonférences des parties antérieures des veaux (tête et épaules) sont relativement semblables ; par contre, pour les parties postérieures, les veaux issus de parents culards présentent une circonférence plus faible au niveau du ventre (— 10 p. 100 environ) mais supérieure au niveau des trochanters (+ 10 p. 100 environ). Ce résultat comparable à celui observé chez les mères pour la largeur aux trochanters, est cependant différent dans le cas des épaules (tabl. 5).

TABLEAU 8

*Comparaison des mensurations corporelles à la naissance de veaux
nés de parents culards et normaux*

Mensurations (cm)	Veaux mâles			Veaux femelles		
	Parents culards	Parents normaux	Différence	Parents culards	Parents normaux	Différence
Céphalo-métacarpienne	69,8	71,4	— 1,6 cm	61,2	61,7	— 0,5 cm
Scapulo-thoracique	78,9	80,4	— 1,5 cm	77,6	78,5	— 0,9 cm
Iliaco-ventrale	70,5	76,0	— 5,5 cm	65,6	74,7	— 9,1 cm
Sacro-coxo-fémoro-tibio-rotulienne	89,6	82,0	+ 7,6 cm	83,9	76,0	+ 7,9 cm
Poids à la naissance (kg)	46,8	48,2	— 1,4 kg	44,7	43,2	+ 1,5 kg
Effectif	4	5		11	4	

III. — DISCUSSION

Après avoir comparé les résultats ci-dessus à ceux rapportés dans les études bibliographiques les plus récentes (LAUVERGNE *et al.*, 1963 ; OLIVER et CARTWRIGHT, 1968 ; HANSET, 1961 ; RAIMONDI, 1957), nous essaierons de relier entre elles toutes ces observations relatives à la croissance des bovins culards puis d'envisager les possibilités d'utilisation de ce caractère pour améliorer la production de viande.

A. — Croissance pondérale et musculature

Tous les auteurs s'accordent pour conclure que le caractère culard s'accompagne de poids à la naissance plus élevés ; le « choc » de la mise bas entraînerait, en particulier chez les veaux les plus lourds, un ralentissement de la croissance pendant les premiers mois (PACI, 1935). Par la suite, la croissance pondérale du culard par rapport à celle du normal semble dépendre de l'âge et du régime alimentaire ; les résultats apparaissent d'ailleurs variables d'une race à l'autre. Pendant la phase d'allaitement et la première année de vie, les animaux culards ont en général une croissance supérieure à celle des animaux normaux (PACI, 1935 ; RAIMONDI, 1957 et 1963, en race *piémontaise* ; ANONYME, 1966, en race *blonde d'Aquitaine* ; DECHAMBRE, 1911, BELLET, 1957, en race *charolaise*). Passé le sevrage, en race *charolaise* (ANONYME, 1966 ; VISSAC, 1968), la croissance des mâles culards est inférieure à celle des normaux : la différence paraît d'autant plus importante que les animaux reçoivent une ration plus riche en aliments grossiers (NEUVY et VISSAC, 1962). A l'âge adulte, la taille et le poids des sujets culards seraient inférieurs de 5 à 20 p. 100 à ceux des sujets normaux (RAIMONDI, 1963).

Globalement nos résultats confirment ces observations antérieures. Ils permettent de préciser la courbe de croissance des culards : poids initial supérieur, croissance ralentie après le sevrage (en *charolais* notamment) et poids adulte plus faible. Sur ce dernier point, nous avons rappelé les limites de notre comparaison. Cette évolution du poids des culards doit être reliée à la manifestation précoce de l'hypertrophie musculaire qui intervient dès la naissance ou dans les premières semaines de vie. Il convient en outre, de remarquer que le ralentissement de croissance observé à partir de l'âge de la puberté, est associé à un important retard d'établissement de la sexualité chez ces femelles culardes (VISSAC *et al.*, 1973).

Somme toute, une telle forme de courbe de croissance est peu favorable sous l'angle de l'efficacité de la transformation alimentaire des bovins pour l'engraissement. Le cas de la production de veaux de boucherie en allaitement naturel doit être néanmoins mis à part dans la mesure où, sur le plan économique, nous ne prenons pas en considération les différences de consommation de lait par le veau. Du strict point de vue de l'efficacité alimentaire du couple « mère-veau », une telle courbe de croissance serait théoriquement fort intéressante. Bien sûr, nous n'envisagerons pas cet aspect du fait de l'absence d'intérêt des femelles culardes comme reproductrices en raison de leurs troubles de fertilité et de leurs mauvaises qualités maternelles (VISSAC *et al.*, 1973).

Il reste que l'efficacité alimentaire du culard va également dépendre de ses besoins d'entretien et de croissance par unités de poids et de gain de poids respectivement. Il semble évident que ceux-ci doivent être réduits à âge équivalent compte tenu de l'adiposité plus faible des bovins culards. Par contre, KLOSTERMAN *et al.* (1968) ont montré que les animaux compacts demandaient, pour maintenir leur poids vif, une quantité d'aliment inférieure à celle correspondant aux normes de GARRET (cité par KLOSTERMAN *et al.*, 1968) établies en fonction du poids métabolique. Par ailleurs, nous sommes mal informés sur les possibilités de constitution et de mobilisation des réserves corporelles des animaux à musculature hypertrophiée. Les nettes variations d'expression du caractère culard en fonction du niveau

alimentaire, notées par la plupart des auteurs et par nous-mêmes dans cette étude, laisseraient supposer une plus grande sensibilité aux variations de niveau nutritionnel pour les bovins porteurs du caractère culard.

B. — Difficultés de vêlage et déséquilibre morphologique à la mise bas

a) Conditions de vêlage.

La plupart des auteurs signalent l'importance des difficultés de vêlage lorsque l'on exploite des bovins culards. Ils se réfèrent en général aux conséquences liées à la naissance d'un veau culard (THIERRY, 1898 ; BREDO, 1910 ; DECHAMBRE, 1910 et 1911 ; DEGHILAGE, 1911 ; GOTINK *et al.*, 1955 ; BELLET, 1957 ; HANSET, 1961 ; ROF CODINA, 1964 ; VANDEPLASSCHE *et al.*, 1965) ou à l'élevage de femelles présentant cette caractéristique accouplées ou non avec des taureaux du même type (DEGHILAGE, 1911 ; ADAMETZ, 1926 ; PACI, 1935 ; MALKUS, 1936 ; KIDWELL, 1952 ; HANSET, 1967). Les seules données quantitatives fournies concernent l'accroissement des taux de mortalité des veaux ou des mères dans les premières études (auteurs italiens), celui du taux de césariennes depuis que la pratique de cette technique s'est généralisée (auteurs belges). Il ressort de tous les travaux que les difficultés de vêlage semblent plus accentuées en race de *Haute et Moyenne Belgique* (VANDEPLASSCHE *et al.*, 1965 ; HANSET, 1967) qu'en race *piémontaise* (RAIMONDI, 1963). Elles évoluent sous l'effet de la sélection en faveur de la musculature : HANSET (1967) enregistre, dans le cas de la première race, une augmentation annuelle des taux de veaux culards et de césariennes. Cette augmentation est, en outre, plus élevée dans le cas des vêlages résultant de l'emploi de nouveaux taureaux que sur l'ensemble des mises bas. BORRELLI *et al.* (1959) constatent le même phénomène, en race *piémontaise*. Quant aux résultats de notre travail, ils se rapprochent plus de ceux enregistrés en race de *Haute et Moyenne Belgique* dont la morphologie présente beaucoup de points communs avec celle de la race *charolaise*.

Aucune étude n'a été consacrée à l'analyse des effets du caractère culard sur les difficultés de vêlage suivant qu'ils sont liés de façon spécifique à la présence du caractère culard chez le père, chez la mère ou chez le veau tels que l'on peut les séparer dans le cadre d'un plan factoriel d'accouplements entre bovins des 2 types. Nous noterons seulement que les différences de difficultés de vêlage entre taureaux culards et normaux accouplés à des génisses du même type morphologique, sont supérieures à celles signalées par ailleurs dans une comparaison portant sur les descendances croisées de 3 taureaux *charolais* culards et 3 normaux. Les écarts enregistrés dans les taux de vêlages difficiles et dystociques entre ces 2 types de taureaux n'étaient pas significatifs (BELIC et MÉNISSIER, 1968), alors que les poids de naissance des veaux engendrés par les taureaux culards étaient plus élevés (VALLS ORTIZ *et al.*, 1972). Ultérieurement, une comparaison analogue avec 37 taureaux *charolais* culards et 83 normaux, a montré que ceux-là engendraient des veaux significativement plus lourds (+ 0,8 kg) à la naissance (VALLS ORTIZ *et al.*, 1972). La différence de résultats concernant la fréquence des difficultés de mise bas s'explique par le fait que la présente étude porte sur un échantillon de génisses alors que la comparaison des auteurs précédents portait sur des échantillons de femelles à meilleure aptitude au vêlage (exclusion des génisses, vaches de races rustiques et laitières essentiellement).

b) *Analyse des causes morphologiques.*

Les résultats obtenus dans notre travail confirment les observations souvent subjectives et ponctuelles des diverses études antérieures, sur l'importance et la nature du déséquilibre morphologique foeto-maternel au moment de la mise bas. Ce déséquilibre dont les manifestations varient sensiblement suivant que le caractère culard est présent chez le père, chez la mère ou chez les deux parents, a en fait deux composantes essentielles :

— *Un déséquilibre pondéral* (signalé ci-dessus) entre la mère (poids adulte plus faible) et le foetus (poids de naissance plus élevé). En fait, les auteurs insistent surtout sur le poids supérieur du foetus (PACI, 1935 ; RAIMONDI, 1963) qui doit être le seul effectivement retenu pour expliquer les difficultés de vêlage supplémentaires liées à l'emploi de taureaux culards sur des femelles normales (VALLS ORTIZ *et al.*, 1972). Contrairement à ce que trouvent RAIMONDI (1957) et HANSET (1962), les résultats de notre étude ne permettent pas d'expliquer l'augmentation de poids à la naissance des bovins culards par un allongement de leur durée de gestation.

— *Un déséquilibre morphologique* proprement dit, entre la forme du foetus et le bassin de sa mère. Nos résultats, tant sur les veaux que sur les mères, concordent avec les observations subjectives de divers auteurs sur l'aspect extérieur des animaux culards. SMITH (1949), BELLET (1957), RAIMONDI (1957) et MAC KELLAR (1960) pensent que le développement en largeur du foetus, particulièrement exagéré au niveau de l'arrière-train (THIERRY, 1898), contribue à accroître les difficultés de naissance des veaux culards. De leur côté, les auteurs belges (DEGHILAGE, 1911 ; DERIVAUX *et al.*, 1964 ; FAGOT, 1964 et 1965) signalent l'évolution caractéristique de la morphologie du bassin des femelles avec l'augmentation de la musculature : écartement au niveau des trochanters et resserrement au niveau des hanches (tabl. 5). Les gradients corporels d'hypotrophie ou d'hypertrophie des tissus qui ressortent de l'examen des carcasses confirment pleinement ces observations externes :

- gradient antéro-postérieur d'hypertrophie musculaire du tronc (VISSAC, 1968) ;
- gradient centripète d'hypertrophie musculaire et d'hypotrophie squelettique pour les membres et les ceintures (ROLLINS, 1967 ; MAC KELLAR, 1968 ; VISSAC, 1968).

Ces gradients d'hypotrophie squelettique et d'hypertrophie musculaire ont en définitive leur épanouissement maximum, respectivement chez la mère et chez le foetus, au niveau de la largeur entre les ilions pour la première et de la largeur aux trochanters pour le second. Ce sont là les points classiques de résistance à l'expulsion du foetus. DEGHILAGE (1911) et FAGOT (1964) ont bien précisé, sur le plan anatomique, comment l'hypertrophie des muscles supérieurs de la cuisse en modifiant la croissance du coxal, non seulement réduisait la dimension du canal pelvien et augmentait l'écartement des trochanters, mais encore entraînait des déformations supplémentaires accroissant les difficultés de mise bas (rapprochement des ilions, accentuation de la crête pubienne).

Enfin, rappelons que chez le veau issu de parents culards nous avons une hypertrophie supérieure pour la ceinture pelvienne par rapport à la ceinture scapu-

laire (tabl. 8). D'un point de vue obstétrical, ce phénomène ne permet souvent pas de prévoir suffisamment tôt la nécessité d'une intervention chirurgicale pour extraire le fœtus.

IV. — CONCLUSION

Cette étude constitue, il nous semble, la première approche de synthèse consacrée à la croissance comparée des bovins culards et normaux, avec ses incidences sur les conditions de mise bas ; elle n'en présente pas moins d'importantes lacunes. Ces dernières concernent l'échantillonnage réduit de femelles et surtout de taureaux utilisés, l'absence de contrôles précis de la croissance entre la naissance et le sevrage des veaux ou des mères, l'appréciation subjective du développement de la musculature.

De toute manière, notre analyse confirme les observations antérieures sur les caractéristiques de croissance des bovins culards notamment de race *charolaise* (VISSAC, 1968 ; VALLS ORTIZ *et al.*, 1972), et sur les variations de musculature avec le niveau alimentaire. Des recherches plus analytiques devraient être entreprises pour mieux préciser l'incidence de ces modifications des processus de croissance, sur l'utilisation des aliments dans divers milieux nutritionnels.

L'analyse du déséquilibre morphologique à la mise bas conduit à des résultats conformes aux observations antérieures notamment celles des auteurs belges (DEGHILAGE, 1911 ; FAGOT, 1964). Il apparaît difficile d'obtenir en race *charolaise* des conditions de vêlage des femelles culardes compatibles avec un élevage normal. Cette étude nous aura tout au moins permis de mesurer, dans ce domaine, les possibilités et le coût d'entretien d'un troupeau de femelles culardes destiné à la constitution d'une souche de taureaux culards pour le croisement terminal. Dans cette optique, il paraît utile de combiner le caractère culard de ces mâles avec une forme de courbe de croissance et une morphologie du fœtus assurant l'obtention de veaux croisés avec des conditions de vêlage acceptables pour un éleveur.

C'est dans ce but que nous avons constitué de 1967 à 1971 un troupeau expérimental destiné à rassembler des femelles culardes issues de plusieurs races à viande françaises présentant une morphologie différente : les mâles culards de race pure et croisés de première génération nés de ce troupeau sont comparés d'après la croissance, la conformation et les conditions de naissance de leurs produits issus de croisement avec une même population femelle.

Reçu pour publication en janvier 1973.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tout particulièrement MM. VIEILLART et MASY-PÉRIER qui ont entretenu dans leurs élevages les animaux au cours des premières années de l'expérience, ainsi que le personnel du *Domaine Expérimental de La Minière* qui a assuré les contrôles durant la seconde phase de l'essai.

D'autre part, nous exprimons notre reconnaissance au professeur R. HANSET de la *Faculté de Médecine vétérinaire, Université de Liège* (Belgique), et à R. ORTAVANT, *Station de Physiologie de la Reproduction, Centre de Recherches de Tours*, 37380 *Monnaie*, qui ont assuré une correction fort judicieuse de ce texte.

SUMMARY

STUDIES ON THE « DOUBLE-MUSCLE » CHARACTER
VII. — GROWTH AND MUSCULATURE OF FEMALES,
LACK OF MORPHOLOGIC BALANCE AT CALVING

This study compares the growth and muscular development of double-muscle and normal *charolais* breeding females (about 30 of each type). The double-muscle character is first characterized by high prenatal growth (+ 5 — 6 kg on birth weight — tables 6 and 7), then by a slowing down of growth from 1 to 3 and 4 years (— 127 kg on weight at 30 months — table 2). Muscular hypertrophy expressivity on heifers seems affected by nutritional plane (table 3).

Double-muscle and normal females were bred with normal and double-muscle bulls. We observe 34 and 35 calvings of double-muscle and normal females respectively (table 4) over 3 years.

Calving difficulties should be associated both with ponderal and morphological unbalance between dam and foetus at calving. In fact, skeletal hypertrophy and muscular hypertrophy gradients find simultaneously their maximum expressivity in the hind part of the animals, the first at the width between the ilia of the mother (table 5), and the second at the width between the calves' trochanters (table 8). These are the places, in general in dam and calf respectively, where there is resistance to expulsion of the foetus.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADAMETZ L., 1926. *Lehrbuch der allgemeinen Tierzucht*. Julius Springer, Berlin.
- ANONYME, 1966. Document de travail sur les recherches françaises concernant le caractère culard. *Journées Étud. Féd. eur. Zoot., Commission de Génétique*, Edimbourg, 35 p. (ronéoté).
- BELIC M., MENISSIER F., 1968. Étude de quelques facteurs influençant les difficultés du vêlage en croisement industriel. *Ann. Zootech.*, **17**, 107-142.
- BELLET J., 1957. La production, l'élevage et l'engraissement des veaux à « croupe de poulain » dits « mulots ». *Bull. tech. Inf. Ingrs Servs agr.*, **116**, 21-24.
- BEN DAVID B., 1960. Contributi ed osservazioni pratiche. Sulla distocia causata da un foeto relativamente grande, nella vacca *frisone* israélienne. *Clinica vet.*, Milano, **83**, 412-419.
- BORELLI G., GAGLIERO G., 1959. L'opération césarienne chez les vaches, dans la zone du Piémont (Italie) où on élève le veau « de la cuisine » ou à croupe de cheval (« Dopellender »). Statistiques et considérations opératives au regard des techniques effectuées auprès des élevages. *XV^e Int. vet. Congr.*, Madrid, **2**, 951-952.
- BOUGLER J., DERVEAUX P., 1969. Étude des durées de gestation dans l'espèce bovine. *Union nationale des livres généalogiques*, Paris, 46 p. (ronéoté).
- BREDO H. R., 1910. Causerie. *Bull. mens. Méd. vét., Malines*, **3**, 193-198.
- DECHAMBRE P., 1910. Les veaux à croupe de poulain. *Rec. méd. vét. Éc. Alfort*, **87**, 301-306.
- DECHAMBRE P., 1911. Les veaux à croupe de poulain. *Rec. méd. vét. Éc. Alfort*, **88**, 93-98.
- DEGHILAGE E., 1911. Rétrécissement congénital du détroit antérieur du bassin, considéré comme cause de dystocie et dans ses rapports avec la conformation extérieure chez la bête bovine. Angustie pelvienne, Géantisme du train postérieur (cul-de-poulain). *Ann. Méd. vét.*, **60**, 1-9, 65-79, 129-139, 193-202.
- DERIVAUX J., FAGOT V., HUET R., 1964. Le problème des dystocies. Essais de pelvimétrie. *Ann. Méd. vét.*, **108**, 335-365.
- FAGOT V., 1964. La vraie conformation de boucherie en rapport avec les possibilités de vêlage. *Zootechnia*, **13**, 3-17.
- FAGOT V., 1965. Dystocies et pelvimétrie. *Zootechnia*, **14**, 60-64.
- FREBLING J., POUJARDIEU B., VISSAC B., BÉRANGER C., TEISSIER J. H., 1967. Stations de sélection bovine. Compte rendu technique n° 1 : note générale. *Bull. tech. Inf.*, (225), 887-894.
- GOTINK W. M., DE GROOT T., STEGENGA T., 1955. Erfelijke Gebreken in de Rundveefokkerij. *Landbouwk. Tijdschr., Groningen*, **67**, 629-672.
- HANSET R., 1961. Le problème des bovins à « croupe de poulain ». *Ann. Méd. vét.*, **105**, 14-31.
- HANSET R., 1962. (Communication personnelle).

- HANSET R., 1967. Le problème de l'hypertrophie musculaire ou caractère « culard », dans la race bovine de *Moyenne et Haute Belgique*. *Ann. Méd. vét.*, **111**, 140-180.
- KIDWELL J. F., 1952. Muscular hypertrophy and « black cutter » beef. *J. Hered.*, **43**, 157-158.
- KLOSTERMAN E. W., SANFORD L. G., PARKER C. F., 1968. Effect of cow size and condition and ration protein content upon maintenance requirements of mature beef cows. *J. Anim. Sci.*, **27**, 242-246.
- LAUVERGNE J.-J., VISSAC B., PERRAMON A., 1963. Étude du caractère culard. I. Mise au point bibliographique. *Ann. Zootech.*, **12**, 133-156.
- LEGENBRE J., 1971. (Communication personnelle).
- LOGEAY B., VISSAC B., 1970. Étude du caractère culard. V. Expérience de croisements réciproques entre bovins culards et normaux. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **2**, 5-17.
- MAC KELLAR J.-C., 1960. The occurrence of muscular hypertrophy in *South Devon cattle*. *Vet. Rec.*, **72**, 507-510.
- MAC KELLAR J.-C., 1968. *Muscular hypertrophy in South Devon cattle*. Th. Diplom Fellowship of the Royal College of Veterinary Surgeons, sept, 54 p. + XIII.
- MALKUS B., 1936. Cité par SMITH, 1949.
- MÉNISSIER F., VISSAC B., 1971. Possibilités d'amélioration des conditions de vêlage par sélection. I. Technique de mesure de l'ouverture pelvienne des bovins. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **3** 207-214.
- NEUVY A., VISSAC B., 1962. *Contribution à l'étude du phénomène culard*. Union nationale des livres généalogiques, Paris, 52 p. (ronéoté).
- OLIVER W. M., CARTWRIGHT T. C., 1968. Double muscling in cattle. A review of expression genetic and economic implication. *Tech. rep. (12), Texas Agric. Expt St.*, Texas A. M., Univ., 58 p. (ronéoté).
- PACI C., 1935. Indagni e controlli sulla formazione della sottorazza *albesa*. *Rev. Zootec. Firenze*, **12**, 48 p.
- RAIMONDI R., 1957. Studio sui bovini *piemontesi* « a groppa doppia ». *Ann. Accad. Agric.*, Torino, **99**, 60 p.
- RAIMONDI R., 1963. Risultati di una prova di allevamento di bovine *piemontesi* del tipo « della coscia ». *Ann. Sper. Agr.*, Roma, **17**, 471-489.
- RODOT J.-J., 1967. *Contribution à l'étude du veau à caractère culard dans la race charolaise. Problème d'élevage et de reproduction*. Thèse Doct. vét., Lyon, n° 23, 96 p.
- ROF CODINA J., 1964. Los terneros de grupa de potro (llamados culones) con reses anormales. *Ganaderia*, Madrid, **22**, 24.
- ROLLINS W. C., 1967. Developing a meat index for beef cattle. *California Agric.*, **21** (5), 15-17.
- SMITH W. H., 1949. *The occurrence of the double-muscléd character in beef cattle*. M. Sci. Thesis, Kansas State College, 65 p.
- THIERRY E., 1898. Les veaux à cul de poulain. *J. Agric. Prat.*, Paris, **1**, 182-184.
- WALLS ORTIZ J.-M., MÉNISSIER F., VISSAC B., 1972. Étude du caractère culard. VI. Transmission et possibilités d'utilisation en croisement de première génération pour la production de veaux de boucherie. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **4**, 7-28.
- VANDEPLASSCHE M., HERMAN J., BOUTERS R., SPINCEMAILLE J., 1965. Preventieve verloskunde bij het rund. (Preventive Obstetrics in cattle). *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschr.*, **34**, 161-172.
- VISSAC B., 1968. Étude du caractère culard. II. Incidence du caractère culard sur la morphologie générale des bovins. *Ann. Zootech.*, **17**, 77-101.
- VISSAC B., PERREAU B., MAULÉON P., MÉNISSIER F., 1973. Étude du caractère culard. IX. Fertilité et aptitude maternelle des femelles. *Ann. Génét. Sél. anim.* (sous presse).