ÉTUDE DU CARACTÈRE CULARD

I. MISE AU POINT BIBLIOGRAPHIQUE

J. J. LAUVERGNE, B. VISSAC, A. PERRAMON,

*Station centrale de Génétique animale,
Centre national de Recherches zootechniques, Jouy-en-Josas (Seine-et-Oise)*

SOMMAIRE

Une mise au point bibliographique des études réalisées sur le caractère culard envisage successivement la terminologie adoptée, la description morphologique et morphopathologique, l'intérêt pratique et les déterminismes génétique et physiologique de ce caractère.

Les termes employés dans les diverses langues pour le décrire traduisent soit l'hypertrophie musculaire générale, soit le développement de l'arrière-main, soit les troubles de fécondité qui l'accompagnent ou l'aire géographique d'origine des animaux.

L'aspect extérieur des animaux est caractérisé par une hypertrophie musculaire surtout nette au niveau de l'arrière-main (cul de poulain) et la présence de sillons intermusculaires liés en partie à l'absence de graisse sous-cutanée.

La finesse de l'os, de la peau et le faible développement du ventre sont également signalés. Le caractère s'accompagne de troubles divers : dystocie fœtale, rachitisme, macroglossie et manque de rusticité chez les veaux, infécondité et diminution de taille et de production lactée chez l'adulte. La variabilité d'expression de ces diverses caractéristiques est constamment signalée.

Sur le plan économique, l'élevage du culard comporte des inconvénients majeurs atténués aujourd'hui par l'amélioration des techniques d'élevage et d'alimentation. Ses performances d'engraissement semblent, jusqu'à 15-18 mois, supérieures à celles de l'animal normal. L'étude de ses qualités bouchères permet de le considérer comme un type idéal d'animal de boucherie pour la production de viande maigre.

Les hypothèses formulées sur le déterminisme génétique de ce caractère semblent à première vue contradictoires : les unes postulent l'action d'un seul gène dominant, les autres celle d'un gène récessif. Toutes font état d'une pénétrance incomplète et d'une expressivité variable. On serait tenté d'interpréter ces variations en terme d'évolution de la dominance : lorsque le caractère est économiquement avantageux et est l'objet d'une sélection favorable, il tendrait à devenir dominant (Piémontais) ; dans le cas contraire (races laitières et races à viande américaine) il tendrait à devenir récessif. L'origine possible du caractère est étudiée en tenant compte de l'évolution de sa fréquence dans les populations bovines : origine unique ou mutation récurrente.

Les auteurs qui ont émis des hypothèses sur le déterminisme physiologique de ce caractère, s'orientent vers une modification de certains métabolismes (matières minérales et lipides) sous l'effet d'un déséquilibre endocrinien.

INTRODUCTION

Le caractère culard figure parmi les anomalies héréditaires enregistrées dans l'espèce bovine. Toutefois, à la différence des autres anomalies généralement préjudiciables à l'élevage et que l'on s'efforce d'éliminer, le caractère culard présente,

dans certaines conditions d'élevage et de commercialisation, des avantages tels que des éleveurs ont pu rechercher la production d'animaux de ce type.

L'orientation actuelle de la production de viande, en Europe occidentale notamment, vers des types d'animaux jeunes (veaux, baby-beef) et à carcasse maigre tend en particulier à mettre en relief l'intérêt des bovins présentant ce caractère.

L'emploi systématique de bovins culards en élevage ne peut en fait être préconisé que si des études préalables sont conduites afin de préciser les conséquences de cette utilisation, dans l'immédiat sur la production de viande, dans le futur sur l'orientation des races. Ces études, d'aspect zootechnique, sont en fait indissociables de la recherche plus générale du déterminisme physiologique et génétique de cette anomalie.

Avant d'entreprendre de telles recherches dans notre pays, il nous a paru fondamental de faire le point des études déjà réalisées sur cette question. Nous envisagerons successivement :

- la terminologie utilisée dans chaque pays ;
- la description morphologique et morphopathologique du culard ;
- son intérêt pratique pour l'élevage ;
- les hypothèses envisagées pour expliquer son déterminisme génétique et physiologique.

TERMINOLOGIE

Nous appliquons la qualification de culard à des animaux présentant principalement une hypertrophie des masses musculaires, hypertrophie qui se traduit en particulier par un aspect caractéristique de l'arrière-main.

Cet aspect extérieur a été décrit dans différentes races, sous des noms variés ; à première vue, cependant, il s'agit de la même anomalie.

La terminologie empruntée par les auteurs au langage des éleveurs tend à confirmer dans chaque langue :

— soit l'hypertrophie musculaire générale (« double muscled » en anglais, « dikbil » en flamand) ou régionale (« doppelender » en allemand, « a groppa doppia » en italien) ;

— soit le développement exagéré de l'arrière-main (culard en français, « della coscia » en italien, « bottle thigh » en anglais) développement que l'on assimile parfois à celui de la croupe du cheval (« cul de poulain » en français, « groppa di cavallo » en italien) ;

— soit l'aire géographique où ont été observés les premiers animaux (Teeswater, Yorkshire en Angleterre) ;

— soit les troubles de fécondité qui accompagnent l'anomalie (mulot, veau pif en français).

Le tableau 1 rassemble cette terminologie, dans chaque langue, sans qu'on puisse préciser le lieu et la date exacte d'apparition de telle ou telle expression.

Nous continuerons, dans la suite de cette étude, d'employer le terme de culard qui est le plus commun en France.

TABLEAU I

Différents termes utilisés pour désigner les animaux culars

Langue	Terme	Observations
Anglais	<i>Bottle Thighed</i>	U. S. A., WEBER et IBSEN (1934).
	<i>Buffalo</i>	Devon (Angleterre), MAC KELLAR (1960).
	<i>Double muscled</i>	Termes généraux utilisés aux U. S. A., SHRODE et LUSH (1947) et en Angleterre, MAC KELLAR (1960), Milk Marketing Board (1961).
	<i>Double muscling</i>	
	<i>Muscular hypertrophy</i>	KIDWELL et <i>al.</i> (1952), MAC KELLAR (1960).
	<i>Teeswater</i>	SHRODE et LUSH (1947).
Hollandais	<i>Yorkshire</i>	SHRODE et LUSH (1947).
	<i>Dikbil</i>	GOTINK et <i>al.</i> (1955).
	<i>Paardenbil</i>	HANSET (1961).
Allemand	<i>Storkalber</i>	RAIMONDI (1956-57).
	<i>Doppellender</i>	Seul terme cité par les auteurs allemands depuis le début du siècle, KAISER (1888).
Italien	<i>A groppa doppia</i>	RAIMONDI (1956-57).
	<i>A groppa di cavallo</i>	BRUSAFERRO (1905).
	<i>Della coscia</i>	RAIMONDI (1956-57).
	<i>D'la cheussa</i>	Dialecte piémontais, PACI (1935).
	<i>D'la facon</i>	Dialecte piémontais, BRUSAFERRO (1905).
Français	<i>Tirolese</i>	Autriche, MOLLER cité par WRIEDT (1929).
	<i>A croupe de poulain</i>	DECHAMBRE (1910).
	<i>A cuisse de cheval</i>	DECHAMBRE (1910).
	<i>A cul de poulain</i>	THIERRY (1898).
	<i>Culard</i>	Dénomination la plus commune en France.
	<i>Mulot</i>	DECHAMBRE (1910).
	<i>Pif</i>	DECHAMBRE (1910).

DESCRIPTION

La plupart des auteurs se sont attachés à une description globale des particularités morphologiques et des troubles pathologiques observés sur les culars. Cette description les a amenés à souligner la grande variabilité d'expression de ce caractère.

A — CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES

Si l'hypertrophie musculaire est la caractéristique la plus nette et la plus constante de l'aspect extérieur des culars, un examen plus approfondi nous révèle que d'autres tissus ont eux aussi un développement anormal.

Notre exposé visera à décrire d'abord, sur l'extérieur de l'animal, les différences générales entre cular et normal, à préciser ensuite quels sont les tissus qui présentent des anomalies.

1^o) *Aspect extérieur du culard*

Tous les auteurs cités ont donné des descriptions plus ou moins complètes du culard, descriptions ne présentant pas toutes un caractère d'originalité.

Nous allons tenter de détailler ce type d'animal selon ses différentes régions corporelles :

- la tête est plus légère ;
- le cou semble plus court et plus épais par rapport au reste du tronc, MARTINOLI (1905) ;
- le garrot est plus étalé, les masses musculaires de l'épaule sont très développées, le thorax paraît plus déprimé latéralement ce qui contribue à accentuer l'impression de « décollement » de l'épaule par rapport au tronc (PACI, 1935) ;
- l'abdomen est rétracté, l'expression de ventre « levreté » traduit bien cette particularité (BRUSAFERRO, 1905) (fig. 2).

Cette morphologie particulière du thorax, de l'épaule et de l'abdomen donne au tronc une forme cylindrique, caractéristique du type idéal d'animal de boucherie (fig. 2 et 4).

Les muscles du dos et du rein forment deux masses bombées de part et d'autre d'un sillon correspondant aux apophyses épineuses des vertèbres dorso-lombaires, (BRUSAFERRO, 1905) d'où la dénomination allemande de doppelender : rein double ; le rebondi bilatéral des masses musculaires se continue vers la croupe ; le sillon correspond ici aux apophyses épineuses des vertèbres sacrées, d'où l'expression italienne : groppa doppia (croupe double).

Vue de profil la croupe est souvent inclinée, la fesse est très ronde et se termine par un angle presque droit avec le jarret, ce qui fait dire à DECHAMBRE (1910) : « la croupe dessine de la pointe de la hanche jusqu'à la rencontre de la fesse avec la jambe une ligne convexe, correspondant assez bien à un arc de cercle dont le centre serait l'articulation fémoro-tibiale » (fig. 3).

La queue, attachée plus haut que la normale, est nettement détachée à son implantation qui est bien arrondie et parfaitement délimitée (DECHAMBRE, 1910).

Sur la cuisse, très épaisse et descendue, on distingue plusieurs sillons qui permettent d'individualiser les muscles (fig. 4).

L'arrière-main présente un aspect caractéristique qui a été très tôt assimilé à celui de la croupe d'un cheval de trait (fig. 4).

La vulve est petite, comme le remarquait déjà ANDRIEU en 1886-89, cité par DECHAMBRE (1911). La mamelle est en général réduite (BRUSAFERRO, 1905).

Les parties squelettiques des membres sont plus fines ; on remarque un raccourcissement des diaphyses des os longs, en particulier du métacarpien. Les membres paraissent plus dressés : le sabot et le canon sont alignés l'un et l'autre dans l'axe du membre, (position campée) (BRUSAFERRO, 1905 ; PACI, 1935) ; il en résulte souvent une station debout anormale avec membres antérieurs avancés et postérieurs reculés ; le dos apparaît alors ensellé (KIDWELL et *al.*, 1952)

En conclusion, l'aspect extérieur du culard est celui d'un animal très compact, notamment au niveau du garrot et du dos, d'une taille plus faible que la normale, avec une hypertrophie musculaire généralisée dont l'expression la plus remarquable se situe au niveau du train arrière (fig. 4).

PLANCHE I

FIG. 1. — *Mâle normal de race charolaise âgé d'un an*
FIG. 2. — *Mâle culard de race charolaise âgé d'un an*

PLANCHE II

FIG. 3. — Profil comparé de l'arrière-main chez le culard et chez le normal avec schématisation de l'arc de cercle indiquée par DECHAMBRE
 FIG. 4. — Vue de 3/4 arrière de mâles charolais d'un an :
 à gauche un culard, à droite un normal

2^o) *Substratum anatomique des différences de morphologie extérieure*

Les différences morphologiques entre le cularde et l'animal normal se rapportent surtout au développement musculaire mais intéressent aussi d'autres tissus. Nous allons examiner les modifications de ces différents tissus.

a) *Système musculaire :*

PACI (1935), le premier, a fait une analyse subjective détaillée de l'hypertrophie au niveau des différents muscles. Dans l'épaule, c'est surtout le *deltoideus* qui s'est épanoui ; dans le dos et le rein c'est le *longissimus dorsi*, dans la croupe ce sont les *gluteus* ; dans la fesse et la cuisse il y aurait d'abord une hypertrophie des muscles inférieurs (*semitendinosus*, *semimembranosus*, *vastus lateralis*) qui donnerait l'impression de descente de la cuisse ; ensuite les masses musculaire situées au-dessous du *biceps femoris* extériorisent, par l'excès de leur développement, le rebondi postérieur et latéral de la cuisse.

Les sillons déjà mentionnés sont surtout évidents dans la cuisse et se manifestent spécialement entre le *fascia lata* et le *biceps femoris* d'une part, entre le *semitendinosus* et le *semimembranosus* d'autre part.

Ce résultat est confirmé par POMEROY et WILLIAMS (1962). Ces auteurs observent après dissection complète des carcasses de deux génisses de même âge (10 à 11 mois) et issus du même père (une de chaque type) que, si l'hypertrophie musculaire est généralisée elle affecte plus les muscles superficiels que les muscles profonds. Ils donnent à l'appui de cette hypothèse d'un gradient d'hypertrophie musculaire croissante : os - derme, plusieurs exemples relatifs aux diverses parties du corps : en ce qui concerne la cuisse, par exemple, l'importance relative du *biceps femoris* (2,82) est plus grande que celle du *gluteus medius* (2,21) qu'il recouvre superficiellement. Le *gluteus accessorius* (1,84), muscle plus profond, est lui-même relativement moins développé que le précédent, enfin le *gluteus profundus* (1,33), le plus interne de ce groupe, est aussi celui qui est le moins affecté par l'hypertrophie (les indices utilisés par les auteurs représentent le rapport du poids des muscles homologues de la génisse cularde et de la génisse normale).

D'après des recherches effectuées par ASHDOWN cité par MAC KELLAR (1960) l'hypertrophie musculaire serait due, non à un accroissement des dimensions individuelles des fibres musculaires, mais à une augmentation de leur nombre.

b) *Système osseux :*

Une comparaison de poids des os homologues du couple de génisses de même âge (cularde et normale) contrôlé par POMEROY et WILLIAMS (1962) ne permet pas de conclure à une différence nette de morphologie ou de développement squelettiques.

c) *Tissu adipeux :*

On observe aux maniements une absence presque totale de graisse sous-cutanée (BRUSAFERRO, 1905 ; DECHAMBRE, 1911). La graisse est également très réduite entre les fibres musculaires, sur les aponévroses de chaque muscle, autour du rein et dans le péritoine (BRUSAFERRO, 1905 ; DECHAMBRE, 1910). Ces observations

anciennes sont confirmées par les résultats récents de RAIMONDI (1956-1957), MASON (1963), POMEROY et WILLIAMS (1962). L'absence de dépôts adipeux chez la génissulaire contrôlée par ces deux auteurs concerne plus la graisse intermusculaire et la graisse péritonéale ou périrénale que la graisse sous-cutanée.

d) *Peau et phanères* :

La finesse de la peau, signalée par BRUSAFERRO s'ajoutant à l'absence de graisse sous-cutanée et de graisse inter et intramusculaire, facilite notamment l'extériorisation des sillons musculaires. Selon PACI (1935), on trouve également une plus grande finesse des phanères (onglons et poils). MASON (1963) note enfin un poids de la peau plus faible chez les descendants d'un taureau frison ayant donné des veaux de type culard que chez ceux de trois autres taureaux.

Cette étude sommaire du substratum morphologique nous montre que le caractère culard ne résulte pas de l'altération d'une région anatomique donnée, ou d'un seul tissu, mais d'une action physiologique diffuse affectant divers tissus.

B — CARACTÈRES MORPHOPATHOLOGIQUES

Nous les classerons selon leur ordre chronologique d'apparition.

1. *Période prepartum et part*

La durée des gestations engendrant des veaux culards serait, selon RAIMONDI (1956-57), supérieure de 10 jours à celle des gestations engendrant des veaux normaux. HANSET (communication personnelle, 1962) confirme ce point de vue et observe un écart de 1,94 jours, significativement différent de zéro, entre les durées de gestation pour les deux types de veaux. Si RAIMONDI ne note pas une différence significative entre les poids à la naissance des sujets normaux et ceux des culards, PACI (1935) trouvait, lui, un poids moyen à la naissance de 45 kg pour les veaux normaux et de 49 kg pour les veaux culards. Le fœtus présentant assez fréquemment un développement exagéré de l'arrière-train (THIERRY, 1898), le passage de la croupe entraîne souvent une dystocie en période d'expulsion. Les pourcentages de pertes à la naissance signalés par les auteurs tant chez les vaches que chez les veaux sont tellement variables qu'il serait illusoire d'analyser ces résultats dans le détail. Notons cependant qu'ils sont tous relativement élevés (BREDO, 1910; PACI, 1935). Pour HANSET (1961), dans la race de Haute et Moyenne Belgique, le pourcentage de césariennes lors de la naissance de descendants de taureaux culards est de 3,2 p. 100 alors qu'il est seulement de 0,02 p. 100 pour les naissances de produits de taureaux normaux. La fréquence des césariennes serait plus élevée dans le cas des naissances de veaux mâles culards (35 p. 100) que lors de la naissance de veaux femelles de ce type (20 p. 100) (HANSET, communication personnelle). C'était d'ailleurs l'observation de semblables dystocias, qui avait conduit MAC KELLAR (1960) à faire une étude de l'anomalie culard dans la race South-Devon.

2. *Période d'élevage*

a) *Rachitisme*.

On observe, chez les jeunes animaux culards, une fréquence plus élevée des troubles caractéristiques du rachitisme : déviation axiale des rayons osseux, grosseur

exagérée des articulations des membres, inflammation des capsules synoviales avec désinsertions et rétractions tendino-ligamenteuses.

PACI (1935) avait observé 40,7 p. 100 de rachitiques parmi ses veaux culars. HANSET (1961) signale également de nombreux accidents de rachitisme interdisant à l'animal la station debout.

b) *Macroglossie.*

Les auteurs italiens (PACI, 1935 RAIMONDI,¹ 1956-57) semblent les seuls à signaler chez le cular l'hypertrophie de la langue connue sous le nom de macroglossie. Le phénomène est variable dans son intensité : dans les cas les plus graves, qui sont rares, la langue est épaisse, inerte et dépasse de 5 à 10 cm la commissure des lèvres ; l'allaitement naturel étant alors impossible. En général, la manifestation est plus bénigne : la langue est seulement un peu plus grosse, moins mobile et sort légèrement de la bouche. Cet état disparaît progressivement au bout de quelques semaines. MAGLIANO, cité par PACI (1935), a pensé que la macroglossie pouvait être due à une diminution du tonus des centres moteurs du trijumeau et de l'hypoglosse, survenue à la suite d'une compression d'origine mécanique lors de la parturition.

c) *Myodysgénèse*

Cette dégénérescence musculaire (myodysgénèse) caractérisée d'abord par une certaine rigidité des muscles, ensuite par l'apparition de tremblements et de difficultés de mouvements, se manifeste plus fréquemment chez les culars. Les membres restent écartés et vacillants. A l'examen post-mortem, les muscles apparaissent pâles et cireux (RAIMONDI, 1956-57).

d) *Diminution des conditions générales de viabilité.*

Selon PACI (1935), les veaux culars présenteraient une sensibilité accrue à diverses maladies ; cet auteur trouve, en effet, un pourcentage de décès par septicémie et pleuropneumonie infectieuse, par exemple, plus élevé chez les veaux culars que chez les normaux.

RAIMONDI (1956-57) signale par ailleurs de nombreux cas de mortalité des veaux culars dans les premiers jours de vie par débilité cardiaque mais il ne cite aucune statistique sur ce point.

3. *Vie adulte*

A ce stade, les anomalies concernent les phénomènes de reproduction, de croissance et de sécrétion lactée.

a) *Reproduction chez la femelle.*

Des observations sur l'anatomie des organes génitaux révèlent un infantilisme de l'utérus et du vagin ainsi qu'une atrophie des ovaires (ANDRIEU, cf. plus haut), sans qu'on puisse pour cela préjuger d'une tendance à l'hermaphrodisme, (KAISER, 1888.)

Ces déficiences anatomiques s'accompagnent d'altérations fonctionnelles du système reproducteur : absence de chaleurs ou chaleurs frustes, troubles de la fécondation, mortalité embryonnaire. Toutefois cela ne serait vrai que pour les femelles très culars. RAIMONDI (1956-57) a en effet obtenu sur un élevage de 35 femelles

piémontaises peu culardes, élevées dans des conditions courantes, des taux de reproduction tout à fait normaux sur une période de 3 ans (0,86 veau par vache et par an, 2 saillies par fécondation).

Nous avons, par ailleurs, rappelé la fréquence des cas de dystocie fœtale et établi un lien entre cette fréquence et la durée de gestation et le poids à la naissance des veaux culards (PACI, 1935).

b) *Reproduction chez le mâle.*

L'observation des éleveurs sur les troubles de reproduction des mâles se retrouve dans la synonymie de mulot (analogie avec l'infertilité des hybrides) et de pif (allusion à l'infertilité des chevaux cryptorchides) (DECHAMBRE, 1911).

Un seul auteur signale une anomalie anatomique consistant dans une adhérence du gland du pénis au fourreau — adhérence qui rend l'érection impossible (KIDWELL, 1952).

RAIMONDI (1956-57) enregistre de son côté des troubles de la spermatogenèse : diminution de concentration du sperme en spermatozoïdes, formes atypiques, mobilité diminuée, longévité réduite de la semence. Mais cet auteur pense que ces anomalies de la spermatogenèse peuvent être dues à des facteurs défavorables du milieu surtout pendant la première année de vie, et que ces troubles ne se produisent que sur des taureaux culards à squelette mal développé, et entretenus dans des conditions difficiles.

c) *Croissance.*

Selon RAIMONDI (1956-57), la taille et le poids des sujets culards seraient inférieurs de 5 à 20 p. 100 à la normale, sans que ces observations aient, d'ailleurs, une valeur décisive, car elles proviendraient d'élevages où existait une certaine consanguinité.

d) *Sécrétion lactée.*

Le faible développement de la mamelle, s'accompagne d'une sécrétion laitière plus faible (700 à 800 kg de moins par lactation d'après RAIMONDI, (communication personnelle) et d'une durée de lactation plus courte, WIESNER (1960).

C. — VARIABILITÉ D'EXPRESSION DU CARACTÈRE

La description des culards telle que nous l'avons envisagée correspond en général à la manifestation la plus extrême de divers caractères. Mais on ne doit pas oublier que la plupart des auteurs insistent sur l'extrême variabilité de leur expression : un culard ne présente pas forcément toutes ces anomalies et une anomalie présente s'exprime suivant des degrés divers.

Ainsi, selon les animaux, l'hypertrophie musculaire est plus ou moins généralisée ; d'autres caractères tels que : ventre levreté, défauts d'aplombs, sillons, sont plus ou moins nets.

La variabilité d'expression des caractères pathologiques est encore plus grande, tous les veaux culards n'ont pas une naissance dystocique. Quant au rachitisme il atteint, selon PACI, 80,7 p. 100 des veaux, en 1935 ; RAIMONDI (1959-60) ne signale que 10 à 15 p. 100 de cas en 1960 et attribue cette diminution de fréquence à l'amélio-

ration des conditions de nutrition minérale et vitaminique. La macroglossie est enfin rarement signalée.

Parmi les facteurs de variation de cette expressivité on peut noter :

L'âge.

Bien que le caractère culard puisse apparaître très tôt puisqu'on a pu l'observer chez un prématuré, les culars sont souvent difficiles à distinguer des normaux à la naissance (PACI, 1935). Le développement musculaire se manifeste en général vers l'âge d'un mois pour s'accroître ensuite jusqu'à 18 mois ; chez l'adulte, il s'atténue souvent et peut même disparaître.

Le sexe.

Le caractère culard est en général moins marqué chez les femelles, notamment après la puberté et la première mise-bas.

Les conditions d'alimentation et d'élevage.

Le caractère est d'autant plus accentué que l'animal est bien nourri. Un mauvais état nutritionnel, par contre, réduit le développement musculaire et peut lui ôter toute son intensité d'expression.

Cette variabilité d'expression de l'anomalie se traduit par la présence de tous les intermédiaires entre les types les plus extrêmes tant morphologiques que morphopathologiques. Elle complique singulièrement le problème de l'identification du culard, problème fondamental en vue de toute étude génétique. RAIMONDI (Communication personnelle) a pu, à ce sujet, proposer un groupe de 5 caractères relativement constants, même chez le nouveau-né :

- attache de queue haute,
- largeur importante par rapport à la hauteur,
- saillie musculaire correspondant à l'attache des fessiers.
- sillons musculaires visibles sur la cuisse,
- rétraction du ventre.

POMEROY et WILLIAMS (1962) observent, à ce sujet, que le *panniculus* est, dans leur étude, le muscle qui présente l'hypertrophie maximum chez le culard. Cette hypertrophie étant due principalement à un accroissement d'épaisseur de ce muscle, ces auteurs envisagent la possibilité de diagnostiquer objectivement le caractère culard, chez les animaux vivants, par un simple sondage aux ultra-sons de l'épaisseur du *panniculus*.

D — CONCLUSION DE CETTE DESCRIPTION

Si l'hypertrophie musculaire est le signe le plus reconnaissable surtout au niveau de l'arrière-main qui présente un aspect caractéristique, elle s'accompagne d'une finesse plus grande des os, de la peau et des phanères, et d'une réduction des dépôts adipeux.

Comme manifestations morphopathologiques on relève surtout le rachitisme, la baisse de viabilité et l'infécondité.

Enfin l'anomalie se caractérise par une grande variabilité d'expression dans chacun de ses aspects ce qui rend souvent difficile la distinction entre animal normal et culard.

INCIDENCES ÉCONOMIQUES DE L'ÉLEVAGE DU CULARD

Sur le plan zootechnique, il convient d'envisager les incidences économiques sur la production de viande des caractères propres à l'animal culard. Des études ont été conduites dans ce sens notamment par les auteurs italiens : elles permettent en outre de préciser certains points du tableau morphologique que nous venons d'examiner

La valorisation de l'animal de boucherie comportant en pratique plusieurs étapes depuis la naissance de l'animal jusqu'à l'utilisation de sa viande :

- élevage,
- engraissement,
- transformation de la carcasse par le boucher,
- utilisation de la viande par le consommateur, Nous discuterons les avantages et les inconvénients des caractères du culard à chacun de ces stades.

A. — INTÉRÊT POUR L'ÉLEVEUR

L'éleveur de culard supporte l'essentiel des risques d'accident d'ordre pathologique qui apparaissent : — chez les femelles (accidents de fécondité, de mise-bas, faible production de lait) ou chez les veaux (faible vitalité, rachitisme, etc.).

Mais l'incidence de ces risques sur la rentabilité de la production des veaux culards est, aujourd'hui, réduite :

— les accidents de mise bas sont moins fréquents grâce à la généralisation des césariennes (MACKELLAR, 1960; HANSET, 1961), et au croisement des génisses culardes avec des taureaux de races de petite taille ; le croisement de génisses piémontaises culardes avec des taureaux de race Valdostaine en est un exemple (RAIMONDI, 1959-60).

— Les accidents divers de rachitisme sont en partie disparus grâce à l'amélioration des conditions générales d'alimentation et d'habitat. Dans les troupeaux charolais, des soins particuliers sont apportés aux veaux culards : on les met de préférence dans des prairies dites d'élevage, où l'herbe, riche en minéraux, favorise la croissance de leur squelette (BELLET, 1957).

Ces risques, liés à l'élevage du veau culard, sont compensés par la plus-value de ces veaux à la naissance ou au sevrage — plus-value qui est proportionnellement plus élevée à cet âge qu'à aucun autre stade de la vie de l'animal. RAIMONDI signale que le prix moyen des veaux culards de 8 jours est presque le double de celui des veaux normaux de même âge (178 p. 100).

De même, en Belgique, selon HANSET (1961), les veaux de boucherie culards sont payés 70 à 75 francs belges au kg vif, plus de deux fois plus cher que les veaux normaux (35 francs belges).

B. — INTÉRÊT POUR L'ENGRAISSEUR

Les seuls résultats objectifs que nous possédons sur les performances d'engraissement comparées de veaux culards et normaux sont ceux de RAIMONDI et PACI obtenus dans le cas d'une production de veaux de 400 kg (vittelloni) vendus à un an.

En 1935, PACI, étudiant la croissance de 144 veaux culards et de 139 veaux normaux, notait :

— une croissance journalière moyenne plus élevée des veaux culards de la naissance à un an (tableau 2) : l'écart est de l'ordre de 100 à 150 kg, soit environ 15 p. 100.

— une croissance relativement plus lente des veaux culards dans les jours qui suivent la naissance ; cela peut être dû, d'après PACI, aux conséquences physiologiques du choc subi à la mise bas par les veaux culards, du fait de leur poids nettement plus élevé (49 kg contre 43 kg).

TABLEAU 2

Comparaison des poids et croissances journalières moyennes des veaux culards et normaux (PACI, 1935)

Types de veaux	Poids (en kg) à :			Croissances journalières (en g)		
	3 mois	6 mois	1 an	0 à 3 mois	0 à 6 mois	0 à 1 an
Culards	138	224	367	988	972	871
Normaux	123	195	322	888	844	764

Les résultats de croissance journalière obtenus par PACI de la naissance à un an (871 g) ont, depuis, été vérifiés par RAIMONDI qui trouve, sur un lot de culards, une moyenne de 876 g. Cet auteur estime à 1 000 g la croissance journalière moyenne des taureaux culards piémontais, et à 900 g celle des femelles de même type de la naissance à un an dans le cas d'une alimentation intensive.

En race charolaise, DECHAMBRE (1911) et BELLET (1957) rapportent que la croissance du culard paraît normale pendant la première période de sa vie ; il accuse même un poids supérieur aux sujets normaux de même âge. Après le sevrage, son développement se ralentit et devient inférieur à celui des autres animaux. Il faut à ce sujet, signaler que les conditions d'élevage, après sevrage, sont assez médiocres dans la zone charolaise.

TABLEAU 3

Comparaison des qualités d'engraissement des veaux culards et normaux (RAIMONDI 1956-57)

	Croissance journalière moyenne en grammes	UF par kg de gain
Veaux culards	929	4,080
Veaux normaux	902	4,202
Différence	+ 27	— 0,122

Des contrôles plus complets des performances d'engraissement, notamment des contrôles de consommation, ont été effectués à l'Institut zootechnique de Turin par RAIMONDI (1956-57) sur des veaux culards et normaux (9 de chaque type). Les veaux étaient engraisés jusqu'à 400 kg et soumis au contrôle pendant 260 jours : les résultats obtenus figurent dans le tableau 3.

Outre leur croissance pondérale plus élevée, les veaux culards semblent présenter un meilleur indice de transformation des aliments.

En Italie, les qualités d'engraissement plutôt favorables du culard compensent donc en partie les risques de son élevage : l'écart de prix au kg vif entre les deux types de veau n'est plus à un an que de 25 à 35 p. 100. Cet écart est confirmé en France par BELLET (1957) sur des bœufs charolais de 2 à 3 ans.

TABLEAU 4

Rendements comparés des veaux normaux et culards pesant de 300 à 500 kg vifs

Références	Culards		Normaux		Différence moyenne
	Nombre	Rendement	Nombre	Rendement	
BRUSAFERRO (1905)	10	64 %	17	56 %	8 %
PACI (1935)	44	63 %	38	59 %	4 %
RAIMONDI (1956-57)	2	60 %	2	54 %	6 %

TABLEAU 5

Comparaison de l'importance relative des éléments composant le 5^e quartier chez les normaux et chez les culards

(RAIMONDI, 1956-57)

Écart culard-normal dans le poids relatif des éléments du 5^e quartier, exprimé en pourcentage du poids total

	1 ^{re} paire contrôlée (%)	2 ^e paire contrôlée (%)
Tête	+ 2	+ 6
Pieds	— 5	— 9
Peau	— 12	— 15
Intestins pleins	— 10	— 10
Cœur, poumon	— 13	— 14
Gras de rognon	— 54	— 64

C. — INTÉRÊT POUR LE BOUCHER

Le culard présente, pour le boucher, des avantages multiples à tous les stades de sa transformation.

Son rendement à l'abattage est plus élevé que celui des veaux normaux. ANDRIEU (cf. plus haut) note, sur 14 veaux de boucherie culards, un rendement moyen de 63 p. 100

le plus élevé étant de 74 p. 100. Les auteurs italiens, BRUSAFERRO, PACI, RAIMONDI, se sont attachés à comparer les rendements de veaux culards et normaux de 300 à 500 kg. Leurs résultats sont rassemblés sur le tableau 4, l'écart de rendement entre les deux types de veaux est, en moyenne, pour ce type de production et dans la race péimontaise, de 6 à 8 p. 100 en faveur des culards.

RAIMONDI a, en outre, analysé l'écart de rendement enregistré par une comparaison des éléments composant le 5^e quartier des veaux culards et normaux (tableau 5).

Ces résultats font ressortir chez le culard :

- la faiblesse des dépôts de gras de rognon,
- l'importance plus réduite de l'ensemble des organes et de la peau,
- la grosseur de la tête.

En dehors de l'importance de la tête, ils confirment et précisent donc les données de l'étude morphologique, bien qu'ils soient basés sur un échantillon restreint.

Le traitement de la carcasse du culard laisse apparaître un pourcentage de viande consommable plus élevé (+ 8 p. 100) au détriment des pourcentages d'os (— 5 p. 100) et de gras (— 3 p. 100), (RAIMONDI, 1956-57). UBERTALLE (1955), cité par RAIMONDI (1957-57), signale en outre que les morceaux de première catégorie obtenus par une découpe standard de la carcasse sont proportionnellement plus importants chez le culard. Enfin, l'absence de graisse sous-cutanée et de graisse intermusculaire permet au boucher de transformer facilement une proportion élevée de la viande du culard en beefsteacks ou en escalopes ; ce fait, qu'il n'est pas possible de préciser objectivement, explique que le principal débouché des culards soit les régions ouvrières où la demande de viande à griller est plus importante (nord de la France et Belgique, par exemple) (BELLET 1957, HANSET, 1961).

Dans d'autres régions et notamment dans les pays anglo-saxons où on a l'habitude de stocker et de congeler les carcasses, le transformateur reproche à celles fournies par les culards de manquer de graisse sous-cutanée et, pour cette raison, de mal se conserver (KIDWELL, 1952). Le noircissement de la viande des culards à la conservation peut s'expliquer ainsi, bien que certains auteurs américains (GUILBERT, 1937), l'aient pris pour un caractère à déterminisme génétique particulier (black-cutter) et susceptible d'être lié au caractère culard.

D. INTÉRÊT POUR LE CONSOMMATEUR

Nous nous bornerons à présenter les caractéristiques diététiques et organoleptiques de la viande des animaux culards. Ces caractéristiques peuvent expliquer, en partie, le point de vue subjectif du consommateur sur la viande de culard.

1^o) *Qualités diététiques*

Les résultats des analyses biochimiques effectuées par RAIMONDI (1956-57) sur la viande des veaux culards et normaux de un an sont résumés sur le tableau 6.

Il ressort nettement de ces chiffres que la viande de culard est plus riche en eau (+ 12 p. 100) mais plus pauvre en matières grasses (— 10 p. 100) ; sa valeur énergétique est, en définitive, environ deux fois plus faible que celle de la viande des veaux de type normal : 108,15 calories contre 191,18 pour 100 g de viande fraîche.

TABLEAU 6

Composition biochimique de la viande
(RAIMONDI, 1956-57)

	Veaux culards	Veaux normaux	Différence
Nombre de veaux	4	4	
Eau (%).....	74,08	66,22	+ 11,86
Protides (%).....	22,48	21,59	+ 0,89
Lipides (%).....	1,72	11,64	— 9,32
Matières minérales (%).....	1,29	1,11	+ 0,18

2^o) Qualités organoleptiques

Aucune étude systématique n'a été effectuée sur ce point. Les auteurs notent : la plus grande finesse de la viande (RAIMONDI, 1956-57) ; sa couleur plus claire chez le veau, et son manque de succulence du fait de l'absence de graisse intramusculaire (persillé) (THIERRY, 1898 ; GILMORE, 1952).

Ces résultats expliquent les deux réactions des consommateurs devant la viande du culard :

— Pour les uns, et notamment pour les consommateurs italiens, c'est une viande tendre et facile à digérer du fait de son absence de graisse. Elle constitue donc, malgré sa faible valeur énergétique, une viande à haute qualité diététique que l'on peut notamment recommander pour l'alimentation des enfants et des adultes souffrant de troubles gastro-intestinaux et hépatiques (RAIMONDI, 1956-57).

— Pour le gastronome la viande de culard manque de succulence, c'est-à-dire de l'onctuosité que lui confère à la cuisson la graisse intramusculaire.

Cet antagonisme apparent s'explique par le fait que les premiers (ouvriers du Nord et Italiens), consommateurs de grillades, supportent mieux l'absence de gras que les gastronomes consommateurs de rôti, braisé, pot-au-feu. Nous avons vu, par ailleurs, que le traitement de la carcasse en vue d'obtenir un maximum de morceaux à griller est facilité par cette absence de gras.

En conclusion malgré les inconvénients majeurs que présentent son élevage et le goût de sa viande, le culard peut être considéré, sur le plan quantitatif, comme un type idéal d'animal de boucherie, notamment en ce qui concerne :

- le rendement de sa carcasse,
- son pourcentage de muscles,
- l'extension et la facilité de découpe pratique de morceaux de première catégorie.

Le bilan économique de la production de cet animal est donc d'autant plus favorable que le consommateur réclame plus de viande à griller.

Soulignons enfin que les progrès des techniques d'élevage diminuent de plus en plus les risques liés à la production de tels animaux.

DÉTERMINISME GÉNÉTIQUE

L'anomalie culard se transmettant de génération en génération, il est évident que son déterminisme est soumis à un mécanisme héréditaire.

Le fait que, malgré une certaine variabilité d'expression, les signes morphologiques et pathologiques qui l'accompagnent apparaissent en bloc chez un individu, traduit par ailleurs son unicité. Il y a tout lieu de penser, avec les auteurs qui en ont étudié le déterminisme génétique (voir plus loin), que le syndrome culard, comme de nombreuses anomalies héréditaires, est sous la dépendance d'un seul facteur génétique majeur.

Aucun auteur n'ayant relevé d'indice permettant de penser que le caractère est lié au sexe, nous le considérerons, dans ce qui va suivre comme autosomal.

Nous nous préoccuperons tout d'abord des études concernant le mode de transmission de ce caractère avant d'envisager celles relatives à son évolution dans les populations bovines.

A. — ASPECT DE GÉNÉTIQUE FORMELLE

Remarquant qu'il suffisait qu'un des géniteurs présente l'anomalie pour qu'on ait de grandes chances de la retrouver dans ses descendants, DECHAMBRE dès 1910 avançait l'hypothèse « d'un caractère dominant de MENDEL ».

Cette hypothèse a été confirmée et précisée par WRIEDT (1929). Son travail constitue encore dans ce domaine le principal point de repère. Cet auteur analysait un pedigree groupant une centaine de descendants sur quatre générations en race Shorthorn (Danemark et Norvège). WRIEDT distingue 3 types d'animaux : les culards vrais qu'il suppose homozygotes, les animaux « bien en viande », qu'il suppose hétérozygotes et les animaux normaux. Il obtient alors 19 hétérozygotes sur 50 veaux dans des croisements « hétérozygotes » $\times$ normaux ; 5 culards, 5 « hétérozygotes », 6 normaux dans des croisements culards $\times$ « hétérozygotes » ; 2 culards, 4 hétérozygotes et 2 normaux dans des croisements « hétérozygotes » $\times$ « hétérozygotes ». Il conclut à l'existence d'un simple facteur mendélien dominant qui ne se manifeste pas toujours chez l'hétérozygote.

Pour KRONACHER (1934) qui étudie l'hérédité du caractère dans un élevage Brandebourgeois de bétail pie-noir l'hypothèse de WRIEDT est beaucoup trop simple. Pour expliquer son cas il n'invoque pas moins de 3 facteurs génétiques dont l'un existerait simplement pour permettre l'extériorisation des deux autres qui, suivant leur dosage, donneraient tous les différents degrés de manifestations observés. Remarquons que les données de KRONACHER semblent trop peu nombreuses pour bâtir une hypothèse aussi précise et qu'on peut fort bien expliquer les résultats observés en termes de monofactorialité avec pénétrance incomplète.

WEBER et IBSEN (1934) observent l'apparition « de novo » de l'anomalie dans la race Hereford. Ils pratiquent des croisements taureaux culards $\times$ vaches normales en race pure et obtiennent 19 veaux culards sur 161 naissances. En croisant culard par culard, ils n'obtiennent que des culards, sur deux observations seulement. Interprétant tout d'abord leurs résultats en termes de récessivité simple ces auteurs font

remarquer que cette hypothèse nécessiterait qu'une partie des mères soient hétérozygotes alors que l'hypothèse de WRIEDT que d'ailleurs ils n'écartent pas, n'aurait pas besoin d'une telle supposition.

PACI (1935), en race Piémontaise, observe de nombreux croisements (287 en tout) culard par culard, culard par normal et normal par normal. Il croit pouvoir conclure à l'existence d'un facteur à dominance simple. Ceci n'explique pas qu'il obtienne dans des croisements normal $\times$ normal : 3 culards sur 51 veaux et que, dans la descendance de différents taureaux culards accouplés à des vaches normales, il constate un écart systématique aux rapports mendéliens 1 : 0 ou 1 : 1.

RAIMONDI (1956-57), toujours en race Piémontaise, a accouplé le taureau Ardito supposé homozygote à 28 vaches hétérozygotes. Il a obtenu 93 p. 100 de sujets culards. Il pense donc que le caractère est régi par un gène dominant simple sans qu'il soit possible d'exclure l'action de gènes modificateurs.

Les résultats des croisements de SMITH (1948), au Kansas, sur 4 générations de bovins Aberdeen Angus vérifient assez exactement l'hypothèse simple d'un gène autosomal *dm* récessif par rapport à son allèle normal *Dm*.

KIDWELL et *al.* (1952) ont examiné des culards dans des croisements Angus $\times$ Africander. Les animaux provenaient de 3 mâles différents et de 4 femelles. Leur conclusion est qu'il s'agit d'une anomalie contrôlée par un gène récessif à pénétrance incomplète. Cette hypothèse a, aux dires des auteurs, le même point faible que celle de WEBER et IBSEN (1934) ; elle présuppose l'existence d'animaux hétérozygotes dans les deux lignées parentales.

Après avoir fait une revue de la littérature, FISCHER (1953) concluait également que le caractère était dû à un simple facteur récessif.

Pour les auteurs du « Milk Marketing Board Report » (1961), l'anomalie culard apparue en race Frisonne est récessive. Le taureau responsable n'a donné que 3 culards sur 2 000 inséminations et dans un des cas on a pu savoir qu'un taureau de même type avait existé dans l'ascendance de la mère. Poursuivant l'étude de la descendance de ce taureau, MASON (1963) a comparé 10 de ses produits à des groupes de 10 descendants de 3 taureaux frisons contemporains. Il trouve une différence significative entre la descendance du taureau incriminé et celle des témoins pour un certain nombre de caractéristiques de carcasses. Comme il n'y a pas parmi la descendance du taureau suspecté 2 types distincts d'animaux, MASON en vient à supposer l'homozygotie du taureau pour le gène culard.

HANSET (1961) étudie la fréquence des culards apparus dans la descendance de taureaux d'insémination en race de Haute et Moyenne Belgique. Si aucun des taureaux n'est culard, on enregistre cependant dans leur descendance des fréquences de 2,4 à 7,4 p. 100 de culards. L'auteur considère qu'il existe deux types de taureaux, un type manifestement « conducteur », hétérozygote, et un type « non conducteur », homozygote normal. Le gène serait récessif. Le petit nombre de culards observé dans la descendance des « non-conducteurs » serait dû soit à des erreurs de diagnostic soit à quelques hétérozygotes présentant le caractère. S'appuyant, en particulier, sur les données de KRONACHER (1934) et de SMITH (1949) qui sont en faveur d'une récessivité de l'anomalie, HANSET conclut à un gène majeur unique, généralement récessif et n'exclut pas l'intervention de modificateurs.

Des articles analysés on peut retenir les points suivants :

1) Le caractère apparaît tantôt récessif, tantôt dominant ;

2) Souvent ni la dominance ni la récessivité ne sont complètes, c'est-à-dire qu'en général on peut distinguer certains hétérozygotes à phénotype intermédiaire ;

3) Les proportions mendéliennes ne sont pas respectées : lors de croisements, certains animaux parfaitement normaux se révèlent hétérozygotes, voire même homozygotes pour le caractère culard.

D'une façon générale, le caractère apparaît presque comme un récessif dans des races laitières (British Friesian du Milk Marketing Board, pie noire de KRONACHER, 1934) et dans certaines races à viande, aux U. S. A. principalement (Hereford de WEBER et IBSEN, 1934, Angus de SMITH, 1949). Nous avons vu plus haut, par ailleurs, que le caractère culard est considéré comme une anomalie gênante à la fois dans les races laitières et dans les races à viande aux U. S. A.

Par contre, dans la race piémontaise où le caractère culard est un caractère intéressant pour la production de viande maigre très demandée sur le marché, la dominance semble beaucoup plus nette.

On est tenté de coordonner tous ces faits en invoquant la théorie de l'évolution de la dominance, FISHER (1958). Selon cette théorie l'allèle le plus avantageux pour l'espèce tend à devenir dominant sur tous les autres allélomorphes sous l'effet de la sélection naturelle ; pénétrance incomplète et expressivité variable caractérisent les étapes intermédiaires de cette évolution de la dominance. Dans le cas des bovins on est en présence d'une sélection artificielle dont l'intensité est bien supérieure à celle de la sélection naturelle. L'allèle le plus favorable est déterminé par les éleveurs d'après le profit qu'ils pensent tirer des animaux. Pour les éleveurs laitiers, c'est le mutant normal qui est le plus favorable, mais pour les Piémontais par exemple, c'est tout le contraire, d'où les différences dans la dominance que l'on enregistre entre les races.

B. — ASPECT DE GÉNÉTIQUE DES POPULATIONS

Notre propos est, maintenant, d'étudier l'origine et les voies d'extension de l'anomalie. S'il est relativement possible de décrire l'évolution de sa répartition géographique dans le temps, par contre nous nous heurterons à des difficultés plus grandes dans la recherche de son origine. Nous envisagerons cette dernière dans le cadre de notre hypothèse génétique d'action d'un seul gène variable dans sa dominance et son expressivité.

La première mention de l'anomalie a été trouvée par KIDWELL (1952) chez CULLEY (1807) qui observe, dès 1774, des culars dans certaines lignées bovines des Pays-Bas qui contribuèrent plus tard à la formation en Angleterre de la race Shorthorn, race dans laquelle le caractère culard s'est montré abondant dès cette époque.

Bien que nous n'ayons pu trouver de références se rapportant au culard pour la première moitié du XIX^e siècle il a dû être assez commun à cette époque puisque, vers la fin du siècle, on le signale en grande abondance dans au moins trois grandes zones d'élevage en Belgique-Luxembourg, en Allemagne du Nord et dans le Piémont.

En Belgique-Luxembourg, BREDO (1910) parle de 12 p. 100 de naissances de veaux culars dans la région de Malines et SPARZ, cité par cet auteur observe, à l'abattoir de Luxembourg 10 p. 100 de veaux culars.

En Allemagne du Nord, en race Pie-noire des plaines principalement les veaux culars étaient très recherchés sur les marchés, toutefois leurs faibles qualités lai-

tières ainsi que les difficultés de reproduction ont fait que dès 1887 on ne les prime plus sur les concours et qu'on déconseille leur emploi comme reproducteurs, (KOCH et *al.*, 1957, WIESNER, 1960). Leur disparition n'est pas très rapide puisque, selon HERTER et WILSDORF (1912), cités par WRIEDT (1929), il y aurait eu 47 p. 100 de veaux culards sur le marché de Berlin entre 1890 et 1910. Depuis le travail de KAISER (1898) les traités de zootechnie de langue allemande font constamment mention de « Doppellendigkeit » et témoignent ainsi de l'existence sporadique du caractère ainsi que de l'intérêt qu'on lui portait jadis.

En Italie, selon LUCIANO (1903), l'anomalie aurait fait son apparition vers 1886, à la suite de l'introduction d'un taureau charolais dans le Piémont. L'extension a été rapide dans la race piémontaise et n'a pas cessé jusqu'à nos jours (PACI, 1935 ; RAIMONDI, 1956-57).

En France cependant, à cette époque-là son apparition semble sporadique. Une enquête de DECHAMBRE (1911) signale quelques cas dans les races Maine-Anjou, Charolaise, Normande, Hollandaise et Flamande. Bien que cet auteur n'en fasse pas état il semble que le culard était répandu aussi dans les races Bazadaise, Garonnaise, Gasconne et Parthenaise (CHARLET, communication personnelle).

Actuellement, outre un centre de production et de commercialisation important dans le Piémont on trouve un commerce actif des carcasses de culards en Belgique et dans le nord de la France : la demande de ce marché a suscité une extension de la production du culard en Belgique (HANSET, 1961) et dans les régions d'élevage du centre et de l'ouest de la France (races Charolaise et Maine-Anjou) (BELLET, 1957).

Partout ailleurs que dans les centres d'élevage qui alimentent les marchés franco-belge et piémontais cette anomalie est restée à l'état sporadique car elle est jugée indésirable ; sa présence est néanmoins observée dans de nombreuses races.

En Europe, on la trouve dans la race Shorthorn (WRIEDT, 1929), dans la race Pie-noire en Hollande (GOTINK et *al.* 1955), en Allemagne (ADAMETZ, 1926 ; KRONACHER, 1927), en Angleterre (Milk Marketing Board, 1961), dans la race Pie-rouge hollandaise (GOTINK et *al.* 1955), dans la race South-Devon en Angleterre (MAC KELLAR, 1960), dans une race locale de Norvège (WRIEDT, 1929).

Aux États-Unis, son apparition est signalée dans les races : Hereford (WEBER et IBSEN, 1934), Angus (SMITH, 1949), dans un croisement Angus × Africander, (KIDWELL et *al.*, 1962) et également dans les races Shorthorn et Galloway (SHRODE et LUSH, 1947).

La liste n'est pas limitative ; son ampleur nous place devant le dilemme suivant, quant à l'origine génétique du culard ; s'agit-il d'une mutation récurrente ou d'une migration extensive à partir d'une origine unique ?

En faveur de cette dernière hypothèse on relève de nombreux liens de parenté entre les races où apparaissent les culards. Sans remonter jusqu'aux liaisons signalées ci-dessus entre le bétail Hollandais et la race Shorthorn (dernier quart du XVIII^e siècle), on doit mentionner qu'au cours du XIX^e siècle le Shorthorn a été également employé pour améliorer les aptitudes à la production de viande des populations bovines de la plupart des pays d'Europe occidentale ; les races où il a laissé le plus de traces sont précisément les races Charolaise, Maine-Anjou, de Haute et Moyenne Belgique, races qui dès le début du siècle présentaient une proportion non négligeable de culards ; on retrouverait en Italie, la piste du Sorthorn à travers le taureau charolais d'où seraient issus les culards piémontais, selon LUCIANO déjà cité. Une autre piste éven-

tuelle de l'anomalie pourrait apparaître dans la race Pie-noire qui a une aire d'extension très grande en Hollande, Belgique, Allemagne, France et Angleterre ; les nombreux liens de parenté qui existent en son sein, joints à la pénétrance incomplète, peuvent fort bien expliquer les réapparitions spontanées. Quant aux races américaines à viande on sait qu'elles dérivent en général de races anglaises et peuvent donc posséder du sang Shorthorn.

A l'appui de l'hypothèse d'une mutation récurrente on doit citer la multiplicité des cas et la diversité des races incriminées qu'il est bien difficile de toutes ramener, par la parenté, à la Shorthorn ou à la Pie noire. On pourrait alors penser à l'hypothèse d'un petit nombre d'origines dans le temps et dans l'espace avec des migrations intervenant dans certains cas pour répandre extensivement l'anomalie.

Quoi qu'il en soit, l'hypothèse de monofactorialité semble confirmée car, dans les deux cas, il semble bien difficile d'incriminer plus d'un seul locus : une mutation récurrente ne pourrait atteindre avec une telle fréquence plusieurs loci à la fois ; une transmission simultanée de plusieurs gènes mutés expliquerait mal une telle extension.

DÉTERMINISME PHYSIOLOGIQUE

La description de l'animal de type culard nous aura montré la diversité de ses caractéristiques morphologiques et morphopathologiques. L'étude du déterminisme héréditaire de cette anomalie nous a conduits, par ailleurs, à formuler l'hypothèse d'action d'un gène à pénétrance incomplète et à effets pléiotropiques. La richesse du tableau symptomatologique décrivant le culard, nous a fait évidemment penser à un désordre biologique qui se situerait à un stade assez reculé dans la chaîne de réactions qui lie le gène au caractère, désordre qui s'imprimerait sur un organisme encore très plastique.

La revue des références bibliographiques que nous possédons sur la question nous apporte peu de précisions valables.

RAIMONDI (1956-57) invoque une altération des mécanismes hormonaux préhypophysaire et parathyroïdien. Il est facile, évidemment, de rappeler que l'hypophyse, par son hormone somatotrope, doit agir sur tous les phénomènes de croissance, qu'elle exerce une action indirecte par un relai thyroïdien sur cette même croissance, que, de plus, par l'intermédiaire des hormones gonadotropes elle agit sur le développement des organes génitaux et leur fonctionnement propre.

Les parathyroïdes qui contrôlent, par leurs hormones, la calcémie sanguine pourraient être le siège de perturbations expliquant les troubles de la morphogenèse squelettique des animaux culards.

A vrai dire, toutes ces hypothèses restent assez vagues et ne relèvent pas, pour le sujet qui nous intéresse, d'observations et de faits expérimentaux.

Dans l'état actuel d'imprécision où nous sommes, on peut cependant admettre, comme un fait acquis, que le métabolisme phosphocalcique de ces animaux est perturbé : troubles de la morphogenèse squelettique, tétanies frustes constatées parfois, tonicité musculaire exagérée, répercussions diverses sur la physiologie nerveuse.

CONCLUSION

Comme de nombreuses autres anomalies des bovins et des mammifères, le caractère culard semble avoir un déterminisme héréditaire monofactoriel, variable dans son mode de dominance, sa pénétrance et son expressivité.

Après être apparu à l'état sporadique dans diverses populations animales et avoir été considéré comme préjudiciable, le culard a pu être l'objet, de la part des éleveurs, d'une sélection favorable dans les régions où la plus-value qui lui était accordée du fait de la forte demande en viande maigre, compensait pour l'éleveur les risques de son élevage.

Cette situation est d'autant plus favorable à la production d'animaux culards que l'on pratique — comme c'est le cas dans beaucoup de régions (centre et sud-ouest de la France) — le croisement industriel par insémination : taureau de race à viande $\times$ femelle de race laitière ou rustique. On pourrait alors avec un minimum de taureaux culards, produits par quelques troupeaux de sélection, féconder une vaste population de femelles et faire bénéficier les éleveurs de la plus-value commerciale importante des veaux issus de ce croisement. Les risques d'élevage et de reproduction des femelles seraient réduits au minimum puisque limités aux quelques troupeaux producteurs de taureaux, les produits de croisement étant tous abattus. Cette utilisation systématique de mâles culards pour la production de viande maigre d'animaux jeunes qui est ailleurs de plus en plus demandée sur le marché ne sera profitable que si l'on maîtrise tous les aspects du déterminisme de cette anomalie, aspects qui, à la lumière de cette analyse bibliographique, sont loin d'être élucidés.

En effet, si les études déjà réalisées sur le culard ont permis de caractériser ce type d'animal et son incidence sur la production de viande et d'émettre des hypothèses sur son déterminisme physiologique et génétique, elles ont, dans l'ensemble, manqué d'ampleur et d'objectivité, soit du fait des moyens limités mis en œuvre, soit du fait de l'isolement des chercheurs. Leur intérêt primordial est, selon nous, de pouvoir servir à orienter des recherches plus élaborées, recherches qui nécessitent la constitution d'un véritable groupe de travail.

Reçu pour publication en février 1963.

SUMMARY

STUDY OF THE DOUBLE-MUSCLE CHARACTER
I. BIBLIOGRAPHICAL ACCOUNT

A bibliographical account of the studies carried out on the double-muscle character considers successively : the terminology adopted, the morphological and morphopathological description, the practical interest and the genetic and physiological determinism of this character.

The terms used in different languages to describe it, express either the general muscular hypertrophy or the development of the hindquarters or the disturbances of fecundity which accompany it or the geographical origin of the animals.

The exterior of the animals is characterised by a muscular hypertrophy particularly pronounced at the level of the hindquarters (cul de poulain) and the presence of intermuscular grooves related partly to the absence of subcutaneous fat.

Fineness of bone and skin and poor development of the belly are also reported. The characteristic is accompanied by various disturbances : foetal dystocia, rickets, macroglossia, lack of hardness of the

calf, sterility and decrease in size and milk production of the adult. Variability of expression of those characteristics is constantly reported.

From an economic standpoint the breeding of the double-musled animals involved major drawbacks which are reduced today by an improvement in breeding and feeding techniques. Its fattening performances appear, up to 15-18 months, to be superior to those of the normal animal. A study of its beef qualities makes possible to consider it as an ideal type of beef animal for the production of lean meat.

The hypotheses formulated until now on the genetic determinism of this character seem, at first sight, contradictory : some authors suggest the action of a dominant gene, others that of a recessive gene. All note an incomplete penetrance and a variable expressivity. One is tempted to interpret these variations in terms of evolution of the dominance ; thus, when the characteristic is economically advantageous and is the object of a favourable selection it would tend to become dominant (Piemontese breed) ; in the opposite case (milk breeds and American meat breeds) it would tend to become recessive. The possible origin of the character is studied taking into account the evolution of its frequency in bovine populations : unique origin or recurrent mutation.

The authors who put forward hypothesis on the physiological determination of this character, approach the question as a modification of certain metabolic processes (minerals and fats) under the effect of an endocrinal lack of balance.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BELLET J., 1957. La production, l'élevage et l'engraissement des veaux à « croupe de poulain » dits « mulots » *Bull. tech. Ing. Serv. agric.*, **116**, 21-24.
- BREDO, 1910. *Bull. M.d. Vét.* **3** (7), 193-198.
- BRUSAFERRO S., 1905. I vitelli piemontesi a groppa di cavallo alla prova di macellazione. *Mod. Zoot.*, *Torino*, **25**, 125-127, 228-233, 248-253.
- CULLEY G., 1807. Observations on Livestock. G WOODFALL, Paternoster-row, London.
- DECHAMBRE P., 1910. Les veaux à croupe de poulain. *Rec. Méd. Vét.*, **87**, 301-306.
- DECHAMBRE P., 1911. Les veaux à croupe de poulain. *Rec. Méd. Vét.*, **88**, 93-98.
- FISCHER H., 1953. Die Genetik der Doppellendigkeit beim Rind. *Dtsch. tierärztl. Wschr., Fortpflanz., Züchtg. Haustierbesam.* **3**, 25-27.
- FISHER R. A., 1958. The genetical theory of natural selection. Ch. III, 52-76. 2^e édition révisée de l'ouvrage publié sous ce titre pour la première fois en 1929. Dover Publications, Inc., New York.
- GILMORE L. O., 1952. Dairy cattle breeding, 255-256. *J. B. Lippincott Cy.*
- GOTINK W. M., DE GROOT Th., STEGENGA Th., 1955. Erfelijke Gebreken in de Rundveefokkerij. *Landbouwk. Tijdschr., Groningen*, **67**, 629-672.
- GUILBERT H. R., 1937. What causes « Black cutter » beef? *J. Hered.*, **28**, 213-215.
- HANSET R., 1961. Le problème des bovins « à croupe de poulain ». *Ann. Méd. Vét.*, **105**, 14-31.
- HERTER, WILSDORF, 1912. Die Bedeutung des Rindes für die Fleischerzeugung. *Arb. dtsch. Landwges.* (1), 269.
- KAISER, 1888. Über die sogenannten doppellendigen Rinder. *Landw. Jahrbuch*, **17**.
- KIDWELL J. F., 1952. Muscular hypertrophy and « Black cutter » beef. *J. Hered.*, **43**, 157-158.
- KIDWELL J. F., VERNON E. II., CROWN R. M., SINGLETARY C. B., 1952. Muscular hypertrophy in cattle. *J. Hered.*, **43**, 63-68.
- KOCH P., FISCHER H., SCHUMANN H., 1957. Eropathologie der Landurirtschaftlichen Haustiere, 29-33. *Paul Parey Berlin*.
- KRONACHER C., 1927. Allgemeine Tierzucht, 4^e Edition. *Paul Parey, Berlin*.
- KRONACHER C., 1934 — In BAUCH E. et HARTMANN M., *Handbuch der Vererbungswissenschaft, Band III* 139. *Gebrüder Borntraeger Berlin*.
- LUCIANO E., 1903. Vitelli a groppa di cavallo. *G. Soc. vet. ital.*, **34**.
- MACKELLAC J. C., 1960. The occurrence of muscular hypertrophy in South Devon Cattle. *Vet. Rec.*, **72**, 507-510.
- MARTINOLI G., 1905. I bovini doppellender. *Mod. Zoot.*, *Torino*, **25**.
- MASON I. L., 1963. Symptoms of muscular hypertrophy in heterozygous steers. *Anim. Prod.*, **5** (1). (Sous presse.)
- MILK MARKET. BOARD 1960-61. Muscular hypertrophy or « Double muscling » in a friesland calf. *Rep. Prod. Div.* (11), 122-124.
- PACI C., 1935. Indagini e controlli sulla formazione della sottorazza albese. *Riv. Zootec. Firenze*, **12**.

- POMEROY R. W., WILLIAMS D. R., 1962. Muscular hypertrophy in cattle (Proc.) *Animal Prod.*, **4** (2) 302.
- RAIMONDI R., 1956-57. Studio sui bovini piemontesi « a groppa doppia ». *Ann. Accad. Agric. Torino*, **99**.
- RAIMONDI R., 1959-60. Prospective di impiego del toro piemontese « della coscia » per l'incrocio industriale con le razze da latte. *Ann. Accad. Agric. Torino*, **102**.
- SHRODE H. R., LUSH, J. L., 1947. The genetics of cattle. *Advanc. genet.*, **1**, 209 261.
- SMITH W. H., 1949. The occurrence of the double muscled character in beef cattle. *Thesis, Kansas State College*.
- THIERRY E., 1888. Les veaux à cul de poulain. *J. Agric. Prat., Paris*, 182-184.
- WEBER A. D., IBSEN H. L., 1934. The occurrence of the double muscle character in purebred beef-cattle. *Proc. Amer. Soc. Anim. Prod.* 228-232.
- WIESNER E., 1960. Die Erbschäden der landwirtschaftlichen Nutztiere 1 vol. 66-67. *Gustav Fischer, Jena*.
- WRIEDT C., 1929. Die Vererbung des Doppellender-charakters bei Rindern. *Z. Indukt. Abstamm.-u. Vererb.*, 482-486.
-

I. N. R. A.
BIBLIOTHEQUE UD 35937
DOMAINE DE CROUELLE
63039
CLERMONT-FD CEDEX 2