HAL
open science

ÉTUDE DU CARACTERE CULARD X. - SENSIBILITÉ DES BOVINS CULARDS AU STRESS THERMIQUE

A. Halipré

To cite this version:

A. Halipré. ÉTUDE DU CARACTERE CULARD X. - SENSIBILITÉ DES BOVINS CULARDS AU STRESS THERMIQUE. Annales de génétique et de sélection animale, 1973, 5 (4), pp.441-449. hal-00892594

HAL Id: hal-00892594

https://hal.science/hal-00892594v1

Submitted on 11 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Ann. Génét. Sél. anim., 1973, **5** (4), 441-449.

ÉTUDE DU CARACTÈRE CULARD

X. — Sensibilité des bovins culards au stress thermique

A. HALIPRÉ

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

RÉSUMÉ

Nous avons comparé la sensibilité à un stress thermique de taurillons culards et normaux appartenant à diverses races ou à leurs croisements (*Charolaise, Blonde d'Aquitaine, Gasconne* et *Aubrac*). Le stress thermique consistait en un accroissement programmé de la température ambiante, durant une journée.

La température rectale des animaux augmente régulièrement au cours de l'expérience mais la différence entre animaux culards et normaux s'accroît avec l'élévation de la température ambiante.

Le rythme respiratoire des animaux culards est significativement plus élevé dès le début du stress ; cette différence atteint un maximum quand la température ambiante atteint 34°C, puis devient négligeable en fin de stress à 37°C.

Le rythme cardiaque des deux types d'animaux est comparable au début du stress thermique alors qu'en fin d'expérience les taurillons culards ont un rythme significativement plus élevé.

Le taux d'acide lactique contenu dans le sang est significativement plus important après le stress qu'avant l'expérience ; par contre, il ne semble pas y avoir de différences d'augmentation de ce taux liées au caractère culard.

Ce stress thermique a mis en évidence une thermotolérance inférieure chez les mâles culards. Leur plus grande masse musculaire, estimée par leur compacité, se traduit vraisemblablement par une plus importante production de chaleur. Cette moins bonne thermotolérance serait surtout liée à de moindres facultés de thermolyse.

L'animal culard paraît donc mal adapté à la chaleur surtout lorsque celle-ci est dispensée sous forme d'un stress thermique.

De nombreuses études scientifiques ont déjà mis en évidence l'intérêt de l'animal culard pour la production de viande. Cependant, ce type d'animal n'est pas sans présenter quelques inconvénients au niveau de la conduite d'élevage et notamment du milieu d'utilisation à adopter.

Holmes *et al.* (1972 *a* et *b*) ont mis en évidence une plus grande sensibilité au

stress de ces animaux, que ce soit un stress alimentaire ou un stress provoqué par injection d'adrénaline ou épuisement de l'animal contraint à marcher. Cette sensibilité au stress a été appréciée par les variations de différents paramètres physiologiques : pH musculaire, teneur en glycogène, en SDH (succinic déshydrogénase) et en phosphorylase du muscle. BOCCARD et MONIN (1972 *a* et *b*) confirment cette plus grande sensibilité au stress des animaux culards ; ils trouvent, en effet, que les culards développent une acidose métabolique plus intense et moins bien compensée après un exercice forcé.

Nous avons essayé de comparer la sensibilité au stress thermique d'animaux normaux à celle d'animaux culards, en considérant des critères liés plus directement à la régulation thermique des animaux. En effet ces critères sont d'une mesure plus aisée, et leur sensibilité plus grande à la chaleur devrait se traduire par une modification plus importante de paramètres tels que la température rectale et le rythme respiratoire.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'expérience a porté sur 11 couples d'animaux, chaque couple étant constitué par un animal de phénotype culard et un témoin de phénotype normal. Les deux animaux d'un même couple appartenaient à la même race ou au même croisement, ceci afin d'éliminer dans les comparaisons tout effet autre que celui spécifique à l'hypertrophie musculaire. Les animaux, de sexe mâle, étaient issus des races suivantes croisées ou non entre elles : *Charolaise, Blonde d'Aquitaine, Gasconne* et *Aubrac*. Ces animaux étaient âgés de 13,5 mois environ et pesaient en moyenne 475 kg au moment de l'expérience.

Le stress thermique durait une journée ; la température ambiante variait de 25 à 37°C selon une courbe fixe et répétable chaque jour (fig. 1). L'humidité relative de l'air était comprise entre 75 et 85 p. 100. Les animaux étaient soumis à ce stress par groupe de quatre. Les paramètres physiologiques mesurés au cours de ce stress ont été les suivants :

— *la température rectale :* elle a été mesurée à l'aide d'un thermomètre médical dont le bulbe était à treize centimètres à l'intérieur du rectum de l'animal. Cette température a été relevée 24 heures avant le début de l'expérience, puis à l'entrée des animaux dans la « chambre chaude » et ensuite à des heures fixes lorsque la température de la pièce atteignait 25°C, 28°C, 31°C, 34°C et 37°C. Au total nous avons relevé dix fois la température rectale de chaque animal au cours de l'expérience ;

— *le rythme respiratoire :* ce rythme a été mesuré par comptage des mouvements du flanc de l'animal pendant une minute. Cette mesure a été réalisée simultanément à celle de la température rectale ;

— *le rythme cardiaque :* à l'aide d'un électrocardiographe, dont les quatre électrodes étaient placées à la naissance des pattes de l'animal, nous avons enregistré le rythme cardiaque des animaux deux heures environ après leur entrée dans la chambre chaude et quelques minutes avant leur sortie ;

— *le dosage de l'acide lactique du sang :* sur chaque animal étaient effectuées deux prises de sang, l'une en fin d'après-midi, la veille du jour de l'expérience, l'autre à la sortie de la « chambre chaude ». Ensuite, nous avons dosé la teneur en acide lactique dans le sérum des échantillons de sang ainsi recueillis ;

— *conformation des animaux :* en dehors de la note subjective de pointage qui nous a servi à distinguer les animaux en « culards » et « normaux » (NEUVY et VISSAC, 1962), nous avons attribué à chaque animal une note de conformation qui est le produit des mensurations suivantes : hauteur au garrot, longueur totale, tour de poitrine, ce produit étant pondéré par le poids des animaux. Cette note traduit la compacité de l'animal.

Étant donné la faible taille de notre échantillon pour chaque critère, la comparaison des espérances de chaque variable relative à un caractère et à un type d'animal a été réalisée par la méthode des couples. Le schéma expérimental se prêtait d'ailleurs parfaitement à cette analyse puisque chaque animal de type culard était comparé à un témoin normal de même race ou croisement.

RÉSULTATS

1. — *Température rectale*

Nous avons reproduit sur la figure 1 l'évolution de la température rectale moyenne pour chaque type d'animal au cours de l'expérience. La température rectale normale de l'animal est de 38,7°C, que cet animal soit de phénotype culard ou de phénotype normal. Le seul fait de faire passer l'animal de son étable habituelle à la chambre d'expérience, suffit à faire monter la température rectale : elle atteint alors 39°C pour le type « normal » et 39,2°C pour le type « culard ». Ensuite la température rectale augmente régulièrement au cours de l'expérience et atteint finalement 40,9°C pour le phénotype « culard » et 40,0°C pour le « normal ».

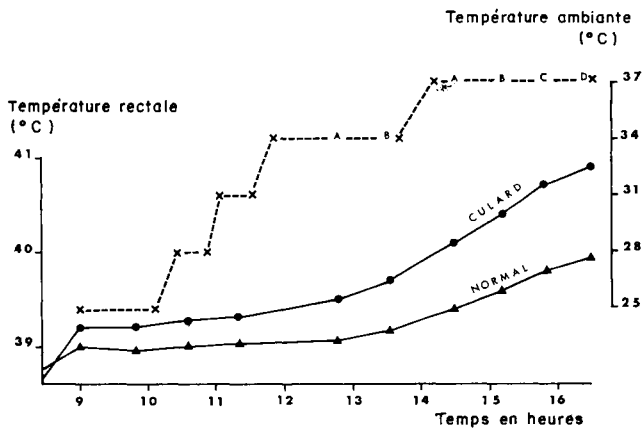

FIG. 1. — *Variations de la température rectale au cours du stress*

Les lettres entre crochets correspondent à l'ordre des prises de température rectale durant une période où la température ambiante est restée constante

× - - - - - × Température ambiante

●——● } Rythme respiratoire
▲——▲

Sur le tableau 1, nous avons fait figurer les différentes températures rectales de chaque type d'animal, les augmentations de température entre deux stades, ainsi que la signification statistique de la différence entre « normal » et « culard ». Le résultat le plus remarquable de ce tableau est la différence croissante entre les augmentations de température rectale des animaux des types « culard » et « normal ».

2. — *Rythme respiratoire*

Nous avons reproduit sur la figure 2 l'évolution du rythme respiratoire des animaux des deux types au cours de l'expérience. Le rythme respiratoire des animaux « culards » est déjà significativement plus élevé que celui des animaux « normaux » dès que la température ambiante atteint 25°C. Cette différence s'accroît jusqu'à

TABLEAU I

Évolution de la température rectale des animaux culards et normaux, selon la température ambiante

Température rectale prise :	Type d'animaux : culard	Type d'animaux : normal	Différence (culard-normal) Valeur	Différence (culard-normal) Signification
	(°C)	(°C)	(°C)	
La veille de l'expérience	38,67	38,73	— 0,06	NS
Au début de l'expérience	39,20	38,99	+ 0,21	NS
Lorsque la température ambiante a atteint :				
25°C	39,20	38,96	+ 0,24	*
28°C	39,28	39,00	+ 0,28	*
31°C	39,33	39,02	+ 0,31	*
34°C [A]	39,53	39,04	+ 0,49	**
34°C [B]	39,72	39,16	+ 0,56	**
37°C [A]	40,10	39,41	+ 0,69	**
37°C [B]	40,41	39,59	+ 0,82	**
37°C [C]	40,67	39,79	+ 0,88	***
37°C [D]	40,91	39,96	+ 0,95	***
Écart entre les températures rectales				
Début expérience-veille expérience	+ 0,53	+ 0,28	+ 0,25	*
A 37°C [D] : début expérience ...	+ 1,71	+ 0,97	+ 0,74	**
A 37°C [D] : veille expérience ...	+ 2,24	+ 1,25	+ 0,99	***

NS : Différence non significative au seuil de probabilité : $p = 0,05$.
* : Différence significative au seuil de probabilité : $p = 0,05$.
** : Différence significative au seuil de probabilité : $p = 0,01$.
*** : Différence significative au seuil de probabilité : $p = 0,001$.
[ ] : Les lettres entre crochets correspondent aux différentes températures rectales prises durant la période où la température ambiante était constante (voir fig. 1).

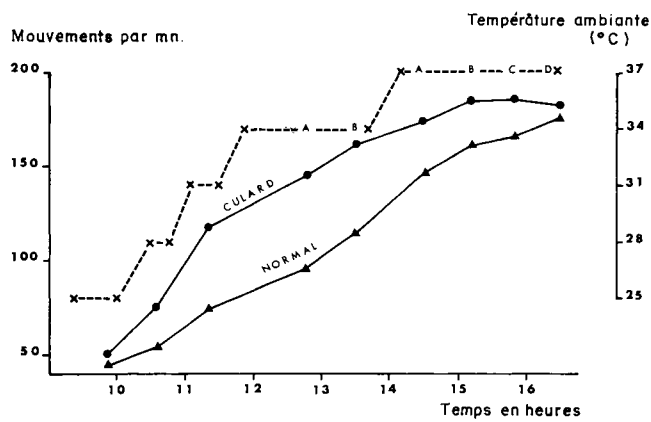

FIG. 2. — *Variations du rythme respiratoire au cours du stress*

Les lettres entre crochets correspondent à l'ordre des prises de rythme respiratoire durant une période où la température ambiante est restée constante

× - - - - - × Température ambiante
●——● ▲——▲ } Température rectale

48 mouvements respiratoires par minute lorsque la température ambiante est de 34°C pour se réduire progressivement ensuite et devenir en fin d'expérience pratiquement nulle. L'ensemble de ces résultats est consigné sur le tableau 2.

TABLEAU 2

Évolution du rythme respiratoire (mouvements par minute) *des animaux culards et normaux selon la température ambiante*

Rythme respiratoire pris à la température ambiante de :	Type d'animaux :		Différence : (culard-normal)	
	culard	normal	Valeur	Signification
25°C	51	43	+ 8	*
28°C	75	54	+ 21	**
31°C	118	73	+ 45	**
34°C [A]	145	97	+ 48	**
34°C [B]	162	116	+ 46	***
37°C [A]	173	147	+ 26	**
37°C [B]	185	161	+ 24	**
37°C [C]	187	167	+ 20	***
37°C [D]	182	176	+ 6	NS

NS : Différence non significative au seuil de probabilité : $p = 0,05$.
* : Différence significative au seuil de probabilité : $p = 0,05$.
** : Différence significative au seuil de probabilité : $p = 0,01$.
*** : Différence significative au seuil de probabilité : $p = 0,001$.
[ ] : Les lettres entre crochets correspondent aux différents rythmes respiratoires pris durant la période où la température ambiante était constante (voir fig. 2).

3. — *Rythme cardiaque*

La mesure du rythme cardiaque n'a porté que sur huit couples d'animaux. La première mesure a été prise, pour chaque animal, environ deux heures après son entrée dans la chambre d'expérience afin de laisser à l'animal le temps de se calmer ; cela implique que cette première mesure a été prise à une température ambiante de 30°C environ. La seconde mesure a été effectuée à 37°C avant la sortie des animaux. La première mesure du rythme cardiaque donne 98 et 105 battements par minute pour les animaux « normaux » et « culards », la différence de sept battements n'étant pas significative. Par contre la seconde mesure donne respectivement 101 et 116, la différence de 15 battements par minute étant alors significative au seuil de 0,05.

4. — *Dosage de l'acide lactique du sang*

Ce dosage n'a pu être effectué que sur neuf couples d'animaux. Les résultats relatifs à ce dosage ont été rassemblés dans le tableau 3. Il apparaît que le sang contient plus d'acide lactique lors du second prélèvement aussi bien chez les culards que chez les normaux ; les différences entre les deux prélèvements sont significatives

au seuil de 0,001. Cependant il ne semble pas y avoir de différence liée au caractère culard dans cette augmentation du taux d'acide lactique ; en effet il n'est pas possible de mettre en évidence une différence entre les teneurs des culards et celles des normaux aussi bien pour le premier que pour le second prélèvement de sang.

TABLEAU 3

Différence de taux d'acide lactique du sang entre bovins culards et normaux avant et après le stress thermique

Taux d'acide lactique du sang prélevé :	Type d'animaux :		Différence : (culard-normal)	
	culard	normal	Valeur	Signification
	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	
La veille de l'expérience	174,6	142,2	+ 32,4	NS
A la fin de l'expérience	377,1	402,3	— 24,3	NS
Différence entre le 2e et le 1er prélèvement	+ 202,5 ***	+ 260,1 ***		

NS : Différence non significative au seuil de probabilité : $p = 0,05$.
*** : Différence significative au seuil de probabilité : $p = 0,001$.

5. — *Autres résultats*

Afin d'essayer d'expliquer en partie les différences de résistance au stress thermique des deux types de bovins, nous avons pris en considération la conformation de l'animal (caractère culard et compacité). La note de compacité est en moyenne de 6047 pour les animaux culards et 6232 pour les normaux, la différence entre les deux notes étant significative au seuil de 0,05. La note de pointage « culard » était en moyenne de 10,6 pour les culards et de 1,8 pour les normaux. La corrélation entre les différences intra couple de note de conformation (compacité) et d'augmentation de température rectale au cours de l'expérience est de + 0,6 alors que la corrélation entre les différences intracouple de note de pointage culard et d'augmentation de température rectale n'est pas significativement différente de 0. Ces différences intra couple traduisent uniquement l'influence du caractère culard puisque les deux animaux d'un même couple ne diffèrent que par ce caractère.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Ce stress thermique a permis de mettre en évidence une thermotolérance différente des animaux « culards » et « normaux ». Étant donné que les deux types d'animaux avaient des poids équivalents (477 kg en moyenne pour les « culards », 476 kg pour les « normaux ») et des vitesses de croissance comparables (1 320 g/jour pour

les culards, 1 354 g/jour pour les normaux), il est permis de supposer que la production de chaleur par kg de poids vif est voisine pour les deux types d'animaux. Cependant la plus grande masse musculaire de l'animal « culard » se traduit vraisemblablement par une production totale de chaleur plus importante si nous admettons qu'une part considérable de chaleur est produite dans le muscle. Toutefois, la production de chaleur par kg de muscle est probablement influencée par le métabolisme musculaire manifestement différent entre culards et normaux compte tenu des écarts d'activités enzymatiques (HOLMES et ASHMORE, 1972), de structures musculaire, (BOCCARD *et al.*, 1969 ; HOLMES et ASHMORE, 1970), et neuromusculaire (SWATLANDS 1973) mises en évidence récemment.

Dans les conditions de notre stress thermique, les animaux ne consomment rien et n'ont pas à lutter contre le froid, leur production de chaleur se rapproche donc du métabolisme basal, exception faite de la production de chaleur due à l'activité des animaux et à la digestion des aliments consommés la veille. Nous pouvons donc considérer que la thermogenèse est alors proportionnelle au poids vif de l'animal si l'on ne tient pas compte des différences de composition corporelle des animaux et si l'on admet dans un premier temps, qu'une même unité de masse d'un tissu donné produit autant de chaleur chez un culard que chez un normal.

En conséquence, la moins bonne thermotolérance des culards semblerait surtout liée à de moindres facultés de thermolyse. Les moyens de thermolyse dont dispose l'animal peuvent être distingués en deux catégories : d'une part, ceux qui affectent les pertes de chaleur sensible (radiation, conduction, convection), d'autre part ceux qui sont liés aux pertes de chaleur latente (évaporation pulmonaire et cutanée).

Les pertes de chaleur par évaporation pulmonaire peuvent être appréciées grossièrement par le rythme respiratoire de l'animal ; les autres pertes de chaleur sont conditionnées par la surface d'échange entre l'animal et son milieu extérieur, donc par la morphologie ou conformation de l'animal. Enfin le résultat de l'équilibre entre thermogenèse et thermolyse nous est donné par la température corporelle de l'animal.

Les résultats montrent aisément que la température corporelle s'accroît beaucoup plus vite chez le culard que chez l'animal normal, ce qui entraîne un accroissement plus rapide du rythme respiratoire. L'animal culard doit donc mettre en œuvre plus rapidement ses moyens actifs de thermolyse, car l'élimination de chaleur passive par conduction, convection ou radiation, entre l'animal et le milieu extérieur à travers la peau et le pelage, est plus faible ; en effet la meilleure conformation du culard (compacité) se traduit par une plus petite surface d'échange par unité de masse. La corrélation de + 0,6 entre les différences intra couple de note de conformation et d'augmentation de température rectale au cours de l'expérience traduit l'influence de la morphologie de l'animal sur sa thermotolérance.

Malgré l'augmentation plus précoce du rythme respiratoire chez l'animal de type culard, sa température rectale continue à s'élever constamment et plus rapidement que celle de l'animal normal : ce phénomène indique que la thermolyse du « culard » est moins efficace que celle du « normal ». En fin d'expérience les rythmes respiratoires des deux types d'animaux sont comparables, l'animal normal atteignant alors probablement son rythme maximum ; maximum atteint beaucoup plus tôt par l'animal de type culard.

En fin d'expérience on peut donc penser que les animaux des deux types utilisent

au maximum tous leurs moyens de thermolyse, ce qui entraîne une augmentation du rythme cardiaque et une augmentation de la teneur en acide lactique du sang. Le rythme cardiaque de l'animal culard semble toujours supérieur à celui de l'animal normal ; cette observation confirme les résultats antérieurs de VISSAC et PERREAU (1965) qui, pour des taurillons *Charolais* culards de 12 à 15 mois à l'engraissement en stabulation entravée, trouvent un rythme cardiaque supérieur de 9,4 p. 100 à celui de leurs homologues normaux. La teneur en acide lactique du sang, témoin de la fatigue de l'animal, ne semble pas évoluer différemment pour les deux types d'animaux. Ce phénomène peut-être dû au fait que « culards » comme « normaux » ont, en fin d'expérience, des rythmes respiratoires maxima comparables.

En conclusion, l'animal culard paraît mal adapté à la chaleur particulièrement quand celle-ci lui est dispensée sous forme de stress thermique. En effet, à la résistance moindre de cet animal à la chaleur vient peut-être s'ajouter une plus faible résistance au stress en général. Cette plus faible résistance au stress, nous avons pu la mettre en évidence simplement par le fait que la température rectale du « culard » s'accroît significativement plus que celle du normal quand on déplace l'animal de son étable habituelle jusqu'à la salle d'expérience.

Reçu pour publication en octobre 1973.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier G. MONIN, Station de Technologie de la viande, C. R. V. Z. de Theix, pour la réalisation des dosages d'acide lactique, ainsi que M. VERMOREL, *Laboratoire du Métabolisme génétique*, C. R. V. Z. de Theix, pour la lecture et les critiques de notre manuscrit.

SUMMARY

STUDY ON THE « DOUBLE-MUSCLE » CHARACTER.
X. — HEAT SUSCEPTIBILITY IN DOUBLE-MUSCLED CATTLE

To compare double-muscled normal bull calves on their sensitivity to heat stress were used 11 male couples 13.5 months old and weighing an average of 475 kg. These bull calves belonged to breeds or crosses between the following breeds : *Charolais*, *Blond d'Aquitaine*, *Gascon*, and *Aubrac*. Heat stress lasted one day. Animals, in groups of 4, were put into a hot room with a programmed increase in ambiant temperature from 25°C to 37°C.

Rectal temperature of the animals augments regularly during the experiment. Difference in rectal temperature between double-muscled and normal animals increases with the rise in ambiant temperature.

Respiratory rhythm of double-muscled animals is significantly higher than that of normal animals as soon as ambiant temperature reaches 25°C. This difference increases to attain a maximum when ambiant temperature reaches 34°C, then becomes unimportant at 37°C at the end of the experiment.

Cardiac rhythm of the two types of animals is comparable at the onset of heat stress, while at the end of the experiment (37°C), double-muscled bull calves have a significantly higher rhythm than their normal homologues.

The blood of both types of animals contains more lactic acid (significant) after heat stress than before the expériment. On the other and, there seems to be no difference in increase of lactic acid rate linked to the double-muscled character.

Moreover, there is a positive correlation ($r = +0{,}6$) between intra-couple differences in body compactness and increase of rectal temperature during stress.

This heat stress has demonstrated a lower heat tolerance in male double-muscled animals as compared to normal males. Admitting that a large part of the heat is produced in the muscle, the largeur muscular mass of double-muscle subjects seems to be expressed by greater heat production. The lower heat tolerance of double-muscled animals appears to be mainly linked to less termoliability. The double-muscled animal thus seems to adapt badly to heat, and especially to heat in the form of heat stress.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BOCCARD R., DUMONT B. L., SCHMITT O., 1969. Caractéristiques différentielles du tissu conjonctif des bovins normaux et culards. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **2**, 178.

BOCCARD R., MONIN G., 1972 *a*. Examen de quelques caractéristiques physiologiques des bovins culards 5 p., (non publié).

BOCCARD R., MONIN G., 1972 *b*. Glycogénolyse *post mortem* et caractéristiques de la qualité de la viande de bovins culards. 7 p., (non publié).

HOLMES J. H. G., ASHMORE C. R., 1970. Muscle fiber types in double-muscled calves. *J. Anim. Sci.*, **31**, 183-184 (abstr.).

HOLMES J. H. G., ASHMORE C. R., 1972. A histochimical study of development of muscle fiber type and size in normal and double-muscled cattle. *Growth*, **36**, 351-372.

HOLMES J. H. G., ASHMORE C. R., ROBINSON D. W., 1972 *a*. Stress response in cattle with hereditary muscular hypertrophy. *Proc., West. section, Am. Soc. anim. Sci.*, **23**.

HOLMES J. H. G., ASHMORE C. R., ROBINSON D. W., 1972 *b*. Changes in meat in stressed cattle with muscular hypertrophy. *Proc., West. section. Am. Soc. anim. Sci.*, **23**.

NEUVY A., VISSAC B., 1962. Contribution à l'étude du phénomène culard. *Union Nationale des livres généalogiques*, Paris, 52 p., (ronéoté).

SWATLAND H. J., 1973. Innervation of genetically enlarged muscles from double-muscled cattle. *J. anin. Sci.*, **36**, 355-362.

VISSAC B., PERREAU B., 1965. Comparaisons des rythmes respiratoires et cardiaques, de la température rectale et de l'activité alimentaire de taurillons *Charolais* culards et normaux (non publié).