

Etude des variables spirométriques et des mesures morphométriques des veaux croisés Blanc-Bleu Belge x Holstein pie noire, des veaux mixtes et viandeux Blanc-Bleu Belges et des veaux Holsteins pie noire

JACQMOT O.¹, MICHAUX C.³, BORCEUX J.P.², BOUTET P.², LEKEUX P.²

1 Université de Liège, Faculté de Médecine Vétérinaire,
Département de Morphologie et Pathologie, Bât B43, Sart-Tilman, B-4000 Liège

2 Université de Liège, Faculté de Médecine Vétérinaire,
Département de Physiologie, Bât. B42, Sart-Tilman, B-4000 Liège

3 Université de Liège, Faculté de Médecine Vétérinaire,
Département de Génétique Quantitative, Bât. B43, Sart-Tilman, B-4000 Liège

Travail financé par le Ministère de la Région Wallonne

Correspondance : Dr Olivier JACQMOT
Téléphone : 04/ 366 40 61 - Fax : 04/ 366 40 76 - E-mail : ojacqmot@ulg.ac.be

RESUME : L'espèce bovine est très sensible aux pathologies respiratoires. Une étude a montré que le Blanc-Bleu Belge a des variables spirométriques plus faibles que celles des Holsteins (Pies Noires). Les objectifs poursuivis dans ce travail ont été d'une part de comparer les valeurs spirométriques (débit de pointe inspiratoire, débit de pointe expiratoire, capacité ventilatoire, ventilation maximale en 15 secondes et réserve ventilatoire) de 18 veaux croisés Blanc-Bleu Belges viandeux x Holstein pie noire et de 32 veaux Blanc-Bleu Belges de type mixte avec 19 veaux Holsteins et 22 veaux Blanc-Bleu Belges viandeux grâce à un test à la lobéline ; et d'autre part de vérifier l'existence d'une corrélation positive entre des paramètres morphométriques (périmètre thoracique, largeur du thorax, longueur de poitrine, hauteur du thorax, section thoracique et angle de la côte) et ces variables spirométriques. Les races se classent selon des valeurs décroissantes des différentes variables spirométriques de la façon suivante : Holstein pie noire, Blanc-Bleu de type mixte, croisés Blanc-Bleu viandeux x Holstein pie noire, Blanc-Bleu viandeux. Il existe bien une corrélation positive significative entre les paramètres morphométriques et les variables spirométriques. La corrélation la plus élevée est obtenue avec le périmètre thoracique. Ces paramètres sont mesurables de façon plus rapide, plus facile et moins coûteuse que les variables spirométriques.

INTRODUCTION

Le bovin Blanc-Bleu Belge et ses caractéristiques

La race Blanc-Bleu Belge (BBB) et plus particulièrement son rameau culard est de loin la plus représentée dans l'effectif bovin wallon. Les animaux de cette race se caractérisent par une hypertrophie musculaire spectaculaire et des qualités zootechniques et organoleptiques exceptionnelles (Boccard, 1982 ; Dumont, 1982 ; Dumont *et al.*, 1982 ; Sonnet, 1982 ; Hanset *et al.*, 1987 ; 1989 ; Clinquart *et al.*, 1998).

Ces qualités font l'objet d'une sélection

intense et s'améliorent par conséquent d'année en année. Malheureusement l'ensemble des efforts de sélection n'a pas porté jusqu'à présent sur certaines faiblesses telles que des particularités anatomiques et fonctionnelles respiratoires et cardiaques qui conduisent notamment à une plus grande sensibilité aux maladies respiratoires.

La sensibilité du bovin Blanc-Bleu Belge aux pathologies respiratoires

1. 2. 1. Sensibilité des bovins en général

Parmi les différentes espèces domestiques, les bovins présentent une forte

sensibilité aux pathologies respiratoires. A titre d'exemple, aux Etats-Unis, 25 % des veaux présentent une pneumopathie au cours de la première année de leur vie et 1,4 % en meurent (Muggli-Cockett *et al.*, 1992). En Belgique, les pathologies respiratoires sont responsables d'une mortalité de 2,6 à 5 % chez les veaux de moins d'un an (Dive, 1983).

Des particularités anatomiques et physiologiques pourraient expliquer cette forte susceptibilité des bovins à développer des pathologies respiratoires : une faible surface d'échanges gazeux par rapport aux besoins en oxygène (Altman et Dittmer, 1971), un faible nombre de capillaires par

unité de surface alvéolaire (Epling, 1964), une forte compartimentation du poumon (McLaughlin *et al.*, 1961), une étroitesse relative des voies respiratoires extra-thoraciques (Veit et Farrell, 1978), des propriétés mécaniques du poumon moins favorables (Slocombe *et al.*, 1982; Lekeux *et al.*, 1984) et l'immaturation pulmonaire chez les veaux de moins d'un an.

Il faut aussi faire remarquer que les conditions rencontrées en élevage intensif ont une incidence élevée sur les pathologies respiratoires des bovins de moins d'un an. En effet, de l'intensification naît une conjonction favorable à l'apparition des maladies respiratoires; celle d'une grande pression d'infection et d'un stress lié à la surpopulation.

Sensibilité du Blanc-Bleu Belge

Tous les bovins ne sont pas égaux face aux maladies respiratoires. Malheureusement cette inégalité n'a fait l'objet que de peu d'études et peu d'informations permettent d'en débattre. Toutefois, aux Etats-Unis quelques facteurs d'influence ont été mis en évidence, à savoir le sexe, l'âge de la mère des veaux, l'origine des veaux, les conditions d'élevage et la race (Muggli-Cockett *et al.*, 1992). En ce qui concerne la race, la sensibilité aux maladies respiratoires atteint des valeurs élevées chez le bovin BBB en comparaison avec la race Holstein pie noire (PN). En effet, 50% des pertes économiques inhérentes à l'élevage de cette race sont imputées aux seules maladies respiratoires (Dive, 1983). Etant donné qu'aucune anomalie immunitaire n'a pu être décelée chez les bovins culards (Michaux *et al.*, 1984), la susceptibilité à l'exacerbation des maladies respiratoires rapportée chez le bovin BBB semble être la conséquence de certaines caractéristiques anatomiques et physiologiques à savoir, la diminution significative du rapport masse pulmonaire/masse musculaire (Holmes et Ashmore, 1972; Monin et Bocard, 1974; Ansay et Hanset, 1979), le rétrécissement des voies respiratoires supérieures (Slocombe et Robinson, 1981), la diminution de la compliance dynamique et, par conséquent, un travail respiratoire plus important (Gustin *et al.*, 1988).

L'impact économique des pathologies

respiratoires est considérable sur la rentabilité de l'élevage bovin. Dans le cas du BBB, il est encore plus important du fait des plus grandes conséquences et de la gravité des pathologies respiratoires dans cette race (Bureau *et al.*, 2001a).

Relation entre la résistance aux pathologies respiratoires et la capacité ventilatoire des veaux Blanc-Bleu Belges

Plusieurs études (Bureau *et al.*, 1999a; 1999b) ont permis de mettre au point un test pour estimer la ventilation maximale chez les veaux sains et de comparer les valeurs normales des variables spirométriques de veaux Frisons (laitiers) et de veaux Blanc-Bleu Belges. Le débit de pointe expiratoire/100 kg PV (débit maximal d'air qu'un individu peut produire à l'expiration divisé par le poids) est inférieur chez le veau BBB par rapport à celui du veau Frison, ce qui indique une résistance pulmonaire élevée chez le veau hypermusclé. De même, la capacité vitale/100 kg PV (volume maximal d'air qui peut être rejeté lors d'une expiration forcée faisant suite à une inspiration forcée divisé par le poids) est inférieure chez le veau BBB, ce qui confirme une masse pulmonaire restreinte.

Les effets de la croissance ont aussi été notés (Bureau *et al.*, 1999b). La croissance modifie peu la ventilation maximale/100 kg PV (le plus grand volume d'air mobilisable divisé par le poids) et la réserve ventilatoire/100 kg PV (différence entre la ventilation maximale en 15 secondes et la ventilation de repos divisé par le poids) chez le veau PN. Par contre, chez le veau BBB viandeux, ces variables sont beaucoup plus faibles à la naissance que chez le veau PN et augmentent en fonction du poids, si bien qu'à l'âge d'un an la différence entre les deux races est quasi nulle. La réduction progressive du handicap ventilatoire au cours de la première année de vie pourrait en partie expliquer pourquoi un veau BBB est d'autant plus sensible aux pathologies respiratoires qu'il est jeune.

De faibles performances spirométriques constituent un facteur de risque dans le développement, la gravité et le coût des maladies respiratoires. Les veaux ayant une capacité ventilatoire et une ventilation maximale élevées sont plus résistants aux

maladies respiratoires (morbidité, mortalité et coût moindres) (Bureau *et al.*, 2001a).

Objectifs du travail

Le premier objectif de ce travail est de mesurer les performances spirométriques de veaux croisés Blanc-Bleu Belge viandeux x Holstein pie noire, ainsi que de veaux Blanc-Bleu Belges de type mixte, de veaux Holsteins pie noire et de veaux Blanc-Bleu Belges viandeux, afin de comparer où ils se situent les uns par rapport aux autres quant à leurs variables spirométriques.

Le deuxième objectif de ce travail est de déterminer si les variables spirométriques décrites antérieurement sont corrélées à certains paramètres morphométriques (poids, longueur de poitrine, hauteur du thorax, périmètre thoracique, angle de la côte, largeur du thorax et la section thoracique).

MATERIEL ET METHODES

Animaux

Nonante et un individus ont été testés: 19 Holsteins (PN) (1 mâle et 18 femelles), 22 Blanc-Bleu Belges viandeux (BBBv) (14 mâles et 8 femelles), 18 croisés Blanc-Bleu Belge viandeux x Pie Noire (BBBv x PN) (9 mâles et 9 femelles) et 32 Blanc-Bleu Belges mixtes (BBB mixtes) (2 mâles et 30 femelles). Le rameau mixte de la race BBB constitue une entité génétique bien à part. Les individus étaient âgés de 16 à 362 jours et avaient un poids de 42 à 240 kilos. Chaque veau était sain à l'examen clinique c'est-à-dire avec une température corporelle inférieure à 39,5°C, pas de toux, pas de jetage muco-purulent et une fréquence respiratoire inférieure à 40 par minute.

Mesure des variables spirométriques

Les variables ventilatoires, à savoir la fréquence respiratoire (minute⁻¹), le volume tidal (litre), la ventilation (litre.minute⁻¹) et les débits de pointe expiratoire et inspiratoire (litre.seconde⁻¹) ont été mesurés au repos ainsi que de manière continue pendant la phase de réponse à une injection de lobéline ayant pour effet d'augmenter la profondeur de l'inspi-

Tableau I : Moyennes et déviations standards des variables spirométriques par 100kg poids vif des races étudiées

	Unités	Holstein Pie Noire	Blanc-Bleu Mixte	Croisé PN x BB	Blanc-Bleu viandeux	Test F
DPI _{lobéline} /100kgPV	L/s/100kgPV	4,64 ± 1,01	4,38 ± 0,87	4,39 ± 0,77	4,36 ± 0,89	NS
DPE _{lobéline} /100kgPV	L/s/100kgPV	5,60 ± 1,10	5,27 ± 1,04	4,93 ± 1,20	4,67 ± 1,13	NS
CV/100kgPV	L/100kgPV	1,95 ± 0,42 a	1,82 ± 0,38 ab	1,75 ± 0,50 b	1,60 ± 0,26 b	*
VM _{15sec} /100kgPV	L/min/100kgPV	122,22±24,24	112,02±22,38	107,36±33,01	102,45±17,60	NS
RV/100kgPV	L/min/100kgPV	90,66± 27,74	86,63± 25,25	84,08±33,92	76,17±15,96	NS

NS : non significatif, * significatif : $p < 0,05$

DPI_{lobéline}: débit de pointe inspiratoire sous lobéline, DPE_{lobéline}: débit de pointe expiratoire sous lobéline, CV : capacité ventilatoire, VM_{15sec}: ventilation maximale en 15 secondes, RV: réserve ventilatoire

ration en l'absence de collaboration du veau (0,25 mg/kg Lobelin®, Boehringer Ingelheim). Les débits respiratoires ont été mesurés grâce à l'utilisation d'un pneumotachographe (Bureau *et al.*, 2001b). On a alors calculé ou mesuré les paramètres suivants: la ventilation maximale en 15 secondes (VM_{15sec}) c'est-à-dire le plus grand volume d'air mobilisable par le sujet en 15 secondes après injection de lobéline, la réserve ventilatoire (RV) c'est-à-dire la différence entre la VM_{15sec} sous lobéline et la ventilation de repos, la capacité vitale (CV) qui est le volume tidal maximal sous lobéline c'est-à-dire le volume maximal d'air qui peut être rejeté lors d'une expiration forcée faisant suite à une inspiration forcée, le débit de pointe inspiratoire sous lobéline (DPI_{lobéline}) et le débit de pointe expiratoire sous lobéline (DPE_{lobéline}) qui sont les débits d'air maximaux qu'un individu peut produire respectivement à l'inspiration et à l'expiration. Un DPE élevé témoigne d'une grande perméabilité à l'écoulement de l'air tandis qu'un DPI élevé est surtout le garant d'une importante force musculaire inspiratoire.

Mesure des paramètres morphométriques

Les mesures des paramètres morphométriques de chaque individu ont été prises suivant une méthode standardisée. La *largeur du thorax* a été mesurée en arrière du muscle triceps brachial en passant par le dessus du garrot à l'aide d'un grand pied à coulisse. La *hauteur du thorax* a été mesurée du sternum jusqu'au garrot en arrière du triceps brachial à l'aide d'un grand pied à coulisse. La *lon-*

gueur de poitrine a été mesurée horizontalement de la pointe de l'épaule jusqu'à la dernière côte à l'aide d'un mètre ruban. Le *périmètre thoracique* a été mesuré juste derrière le triceps en passant par le sternum et le garrot à l'aide d'un mètre ruban. L'*angle de la côte* α a été calculé à partir de la demi-hauteur du thorax (X) et de la demi-largeur du thorax (Y) selon la formule: $\text{tg } \alpha = Y/X$. La *surface ou section thoracique*, qui représente la section transversale au niveau de la 6^e côte, a été calculée grâce à la formule: $S = \pi \cdot r \cdot R$ (R est la demi-hauteur thoracique et r est la demi-largeur thoracique).

Transformation des variables

Chaque variable spirométrique a été ramenée par 100 kg de poids vif et par 100 kg de muscles sur pied en utilisant les valeurs du rendement à l'abattage et de la proportion de

muscles (pm) dans le segment monostal 7 (Hanset *et al.*, 1987; 1989; Michaux *et al.*, 1983).

Analyse statistique

La comparaison entre les races des différents paramètres respiratoires a été réalisée grâce à une analyse de variance. Celle-ci prenait en outre en compte des facteurs de variation non génétiques suivants: le sexe, le troupeau, la race et l'âge.

RESULTATS

Performances spirométriques

On observe que les plus grandes valeurs des variables spirométriques sont celles des Holsteins. Ensuite viennent celles des BBB mixtes puis celles des croisés BBBv x PN et enfin celles des BBBv (tableau I, figures 1

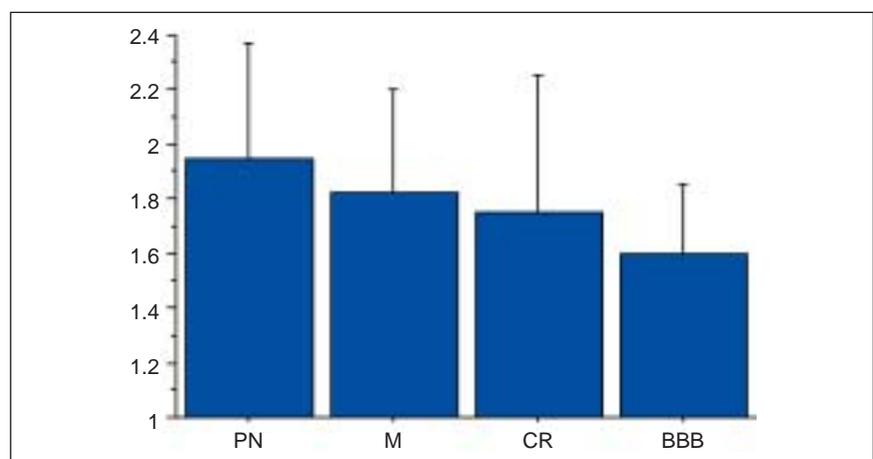


Figure 1: Moyenne des moindres carrés et déviation standard de la capacité ventilatoire/100 kg poids vif de chaque race.

PN: veaux de race Holstein PN, M: veaux BBB de type mixte, CR: veaux croisés BBBv x PN, BBB: veaux de race Blanc-Bleu Belge

Tableau II : Comparaison des moyennes des moindres carrés des variables spirométriques par 100 kg de muscles sur pied des races étudiées

	Unités	Holstein Pie Noire	Blanc-Bleu Mixte	Croisé PN x BB	Blanc-Bleu viandeux	Test F
Proportion muscles		21,04	31,46	26,67	43,96	*
DPI _{lobéline} /100kg muscle	L/s/100kgM	14,89 a	11,83 a	12,63 a	9,65 b	*
DPE _{lobéline} /100kg muscle	L/s/100kgM	19,45 a	13,43 b	14,17 b	10,41 c	*
CV/100kg muscle	L/100kgM	8,31 a	5,10 b	5,04 b	3,52 c	*
VM _{15sec} /100kg muscle	L/min/100kgM	408,15 a	296,20 b	308,51 b	226,40 c	*
RV/100kg muscle	L/min/100kgM	285,36 a	232,82 ac	241,59 a	169,87 b	**

* significatif : $p < 0,001$, ** significatif : $p < 0,01$

DPI_{lobéline} : débit de pointe inspiratoire sous lobéline, DPE_{lobéline} : débit de pointe expiratoire sous lobéline, CV : capacité ventilatoire, VM_{15sec} : ventilation maximale en 15 secondes, RV : réserve ventilatoire

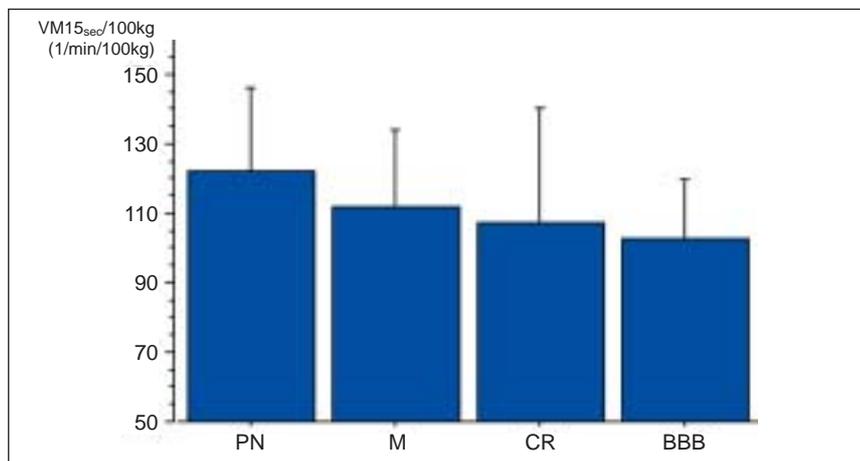


Figure 2 : Moyenne des moindres carrés et déviation standard de la ventilation maximale en 15 secondes/100 kg poids vif de chaque race.

PN : veaux de race Holstein PN, M : veaux BBB de type mixte, CR : veaux croisés BBBv x PN, BBB : veaux de race Blanc-Bleu Belge

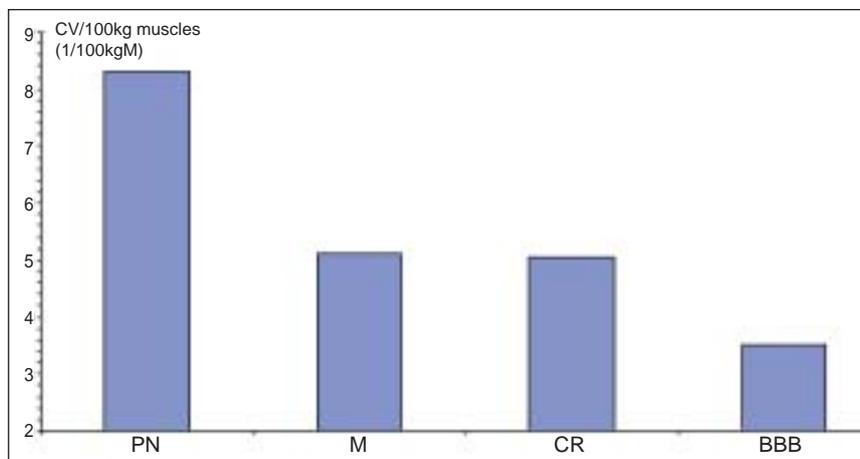


Figure 3 : Moyenne des moindres carrés des capacité ventilatoire/100 kg muscles de chaque race.

PN : veaux de race Holstein PN, M : veaux BBB de type mixte, CR : veaux croisés BBBv x PN, BBB : veaux de race Blanc-Bleu Belge

et 2). Mais les différences ne sont pas significatives entre les races sauf pour la CV des Holsteins qui est significativement supérieure ($p < 0,05$) à celle des BBBv et des croisés BBBv x PN.

L'effet race est hautement significatif ($p < 0,001$) pour la proportion de muscles et les variables spirométriques par 100 kg de muscles (tableau II, figures 3 et 4). Les Holsteins ont les plus grandes valeurs de variables spirométriques puis ce sont les croisés BBBv x PN puis viennent les BBB mixtes et enfin les BBBv. Les différences entre les croisés BBBv x PN et les BBB mixtes sont non significatives. Les différences entre les autres races sont significatives ($p < 0,05$) pour DPE_{lobéline}, CV, VM_{15sec} (tableau II).

Corrélation entre les variables spirométriques et les mesures morphométriques

Il existe une corrélation positive fortement significative ($p = 0,0001$) entre les variables spirométriques et les mesures morphométriques suivantes : longueur de poitrine, hauteur du thorax, périmètre thoracique, largeur du thorax et section thoracique (tableau III). On peut observer que l'angle de la côte n'est pas corrélé significativement avec le DPE et qu'il est faiblement corrélé aux autres variables spirométriques ainsi qu'à l'âge et au poids.

Les variables spirométriques sont surtout corrélées significativement avec le périmètre thoracique puis avec le

Tableau III : Coefficients de corrélation des mesures morphométriques avec les variables spirométriques

	DPI _{DPI} _{lobéline}	DPE _{DPE} _{lobéline}	CV	VM15 _{sec}	RV	Age	Poids
Longueur poitrine	0,599***	0,647***	0,684***	0,672***	0,590***	0,601***	0,755***
Hauteur thorax	0,602***	0,669***	0,695***	0,651***	0,525***	0,690***	0,788***
Périmètre thorax	0,751***	0,776***	0,795***	0,789***	0,681***	0,693***	0,916***
Angle	0,268*	0,158 NS	0,215*	0,218*	0,219*	0,279**	0,370***
Largeur thorax	0,613***	0,566***	0,633***	0,601***	0,525***	0,682***	0,816***
Section thorax	0,689***	0,689***	0,746***	0,701***	0,595***	0,779***	0,910***
Age	0,541***	0,574***	0,622***	0,555***	0,490***	1	0,787***
Poids	0,752***	0,749***	0,767***	0,758***	0,638***	0,787***	1

DPI_{lobéline} : débit de pointe inspiratoire sous lobéline, *DPE_{lobéline}* : débit de pointe expiratoire sous lobéline, *CV* : capacité ventilatoire, *VM15_{sec}* : ventilation maximale en 15 secondes, *RV* : réserve ventilatoire

*** $p < 0,0001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$, NS : non significatif

Tableau IV : Coefficients de détermination multiple des mesures morphométriques avec les variables spirométriques toutes races confondues

Pour DPI _{lobéline} :	$R^2 = 0,59$ = le périmètre thoracique + le poids
Pour DPE _{lobéline} :	$R^2 = 0,65$ = le périmètre thoracique + le poids + la hauteur thorax + l'angle + section thorax
Pour CV :	$R^2 = 0,66$ = le périmètre thoracique + longueur de poitrine
Pour VM15 _{sec} :	$R^2 = 0,64$ = le périmètre thoracique + longueur de poitrine
Pour RV :	$R^2 = 0,49$ = le périmètre thoracique + longueur de poitrine

DPI_{lobéline} : débit de pointe inspiratoire sous lobéline, *DPE_{lobéline}* : débit de pointe expiratoire sous lobéline, *CV* : capacité ventilatoire, *VM15_{sec}* : ventilation maximale en 15 secondes, *RV* : réserve ventilatoire

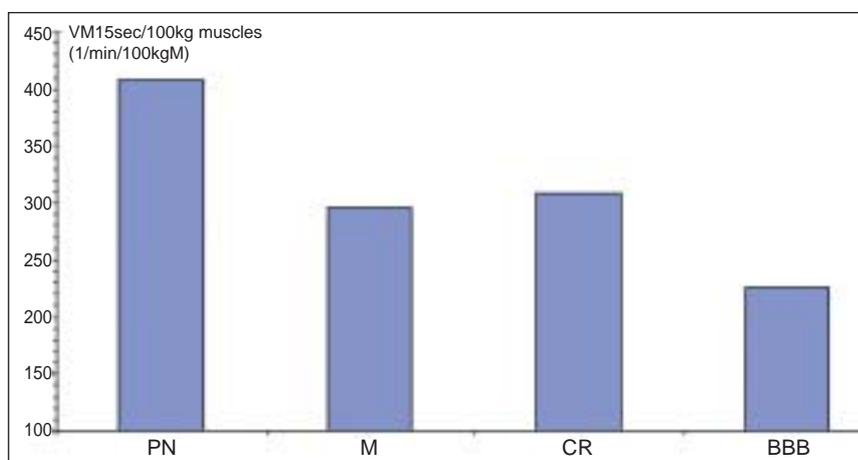


Figure 4 : Moyenne des moindres carrés des ventilation maximale en 15 secondes/100 kg muscles de chaque rac. PN : veaux de race Holstein PN, M : veaux BBB de type mixte, CR : veaux croisés BBBv x PN, BBB : veaux de race Blanc-Bleu Belge

poids et la section thoracique.

Nous avons voulu savoir si la prise en compte de plusieurs mesures morphométriques dans des régressions multiples améliorerait la corrélation avec les variables spirométriques par rapport à celle du périmètre thoracique seul. Les coefficients de détermination multiple sont repris au tableau IV. Nous voyons que dans la majorité des cas, la prise de 2 mesures morphologiques nous donne une relativement bonne idée de la grandeur des variables spirométriques à l'exception du DPE_{lobéline} qui nécessite la prise de 5 mesures morphologiques. Parmi les deux mesures morphologiques, le périmètre thoracique est incontournable.

La sélection des variables indépendantes dans les modèles de prédiction a été réalisée sur le critère C_p de Marllows. Les modèles ainsi retenus sont ceux qui présentent le biais le plus faible.

DISCUSSION

Il est préférable d'avoir recours à la standardisation des variables spirométriques par 100 kg de muscles sur pied plutôt que d'utiliser les valeurs absolues ou la standardisation par 100 kg de poids vif pour la comparaison de celles-ci entre les races. Cette standardisation permet de mieux expliquer la relation entre les valeurs spirométriques et la gravité des maladies respiratoires car il est tenu compte du rapport masse pulmonaire/masse

musculaire. Chez le bovin, du fait de ce faible rapport, du coût énergétique élevé de la respiration (qui représente une grande part du coût énergétique du métabolisme dans les conditions physiologiques) et de la faible réserve ventilatoire, une inflammation aiguë provoque une déficience des échanges gazeux avec acidose entraînant une vasoconstriction avec aggravation des échanges gazeux (feed-back positif). Cela aboutit à un syndrome aigu de détresse respiratoire qui est encore plus important chez le culard (Lekeux, 1993a; Lekeux *et al.*, 1993b). Il semblerait donc que ce soit la sensibilité mais surtout les conséquences des maladies respiratoires qui sont importantes pour les pertes économiques chez le BBB viandeux par rapport aux autres bovins.

L'analyse de corrélation nous montre qu'il y a bien une corrélation positive significative entre les variables spirométriques et les mesures morphométriques étudiées à l'exception de l'angle de la côte pour le $DPE_{lobéline}$. La prise de toutes les mesures morphométriques (périmètre thoracique, longueur de poitrine, section thoracique, hauteur du thorax et largeur du thorax) nous donne une relativement bonne estimation des valeurs des variables spirométriques. Néanmoins, la prise de deux mesures dont au moins le périmètre thoracique suffit déjà pour avoir une bonne idée de la valeur des jeunes bovins au point de vue de leur rusticité respiratoire et donc de leur résistance aux pathologies pulmonaires. Le coefficient de détermination multiple de ces deux mesures morphométriques avec les variables spirométriques est supérieur à 50 %. Cela ne nécessite aucun matériel particulier si ce n'est un mètre ruban et pourrait être fort utile aux éleveurs qui veulent estimer la capacité respiratoire de leurs veaux. Il faut néanmoins tenir compte que le périmètre thoracique varie en fonction de la race, de l'âge et du poids et donc il faudrait établir une échelle de valeur des périmètres thoraciques pour un poids donné et pour un âge donné au sein de chaque race.

CONCLUSIONS

Les variables spirométriques des veaux croisés Blanc-Bleu Belge viandeux x Holstein pie noire et celles des veaux Blanc-Bleu Belges de type mixte sont situées entre celles des Holsteins et celles des Blanc-Bleu Belges culards. Ce type de production pourrait être amené, au cours des années à venir, à prendre une place de plus en plus importante dans la production viandeuse bovine en Wallonie. La rusticité fonctionnelle respiratoire de ces veaux, et donc leur résistance aux maladies respiratoires, est importante à connaître étant donné les pertes économiques importantes liées aux problèmes respiratoires en production viandeuse bovine en Wallonie.

Les variables spirométriques qui sont le plus associées au coût de la maladie sont la capacité vitale et la ventilation maximale. Les veaux ayant surtout une capacité ventilatoire et une ventilation maximale élevées sont plus résistants aux maladies respiratoires (Bureau *et al.*, 2001a). C'est pourquoi il est important de pouvoir estimer ces deux variables spirométriques par des mesures simples. La prise du périmètre thoracique associée à celle de la longueur de poitrine répond à cette demande. Ces deux mesures morphologiques sont faciles à prendre. Un simple mètre ruban suffit. En y associant le poids, cela peut permettre une évaluation rapide des variables spirométriques des veaux.

REMERCIEMENTS

Nous remercions les éleveurs qui ont mis leurs animaux à notre disposition et Monsieur Ledoux (APEDB Hainaut) pour nous avoir fourni la liste de ces éleveurs.

Study of the spirometric variables and the morphometrical measures of crossed belgian blue - holstein calves and dual purpose calves

SUMMARY

The bovine species is highly susceptible to respiratory diseases. A previous experiment has shown that Belgian Blue and White calves have lower spirometric variables than Holstein calves. The first aim of this study was to measure the spirometric variables (peak inspiratory flow, peak expiratory flow, maximal tidal volume, maximal ventilation in 15 seconds and ventilatory reserve) of 18 crossed Belgian Blue x Holstein calves and of 32 Dual purpose calves by the lobelin test and to compare them with 19 Holstein calves and 22 Belgian Blue and White calves. The second aim was to test the correlation between some morphometrical parameters (chest girth, thoracic width, thoracic length, thoracic height, thoracic section and costal angle) and those spirometric variables. The spirometric variables of the crossed calves and of the Dual purpose calves are situated between the ones of the Belgian Blue and White and of the Holstein. There is a positive significant correlation between these parameters and the spirometric variables. The higher correlation is obtained with the chest girth. All these parameters are easier and quicker measurable, and at lower cost than the spirometric variables.

BIBLIOGRAPHIE

- ALTMAN P.L., DITTMER D.S. Respiration and circulation. In: Federation of American Societies for Experimental Biology: Bethesda, 1971, 56-495.
- ANSAY M., HANSET R. Anatomical, physiological and biochemical differences between conventional and double-muscled cattle in the Belgian Blue and White breed. *Livest. Prod. Sci.*, 1979, **6**, 5-13.
- BOCCARD R. Relationship between muscle hypertrophy and the composition of skeletal muscles. In: King J.W.B., Menissier F. (Eds), *Muscle Hypertrophy of Genetic Origin and its Use to Improve Beef Production*. Martinus Nijhoff : The Hague, 1982, 148-161.
- BUREAU F., COGHE J., UYSTEPRUYST C., DESMECHT D., LEKEUX P. Maximal ventilation assessment in healthy calves. *Vet. J.*, 1999a, **157**, 309-314.
- BUREAU F., UYSTEPRUYST C., COGHE J., VAN DE WEERDT M.L., LEKEUX P. Spirometric variables recorded after lobeline administration in healthy Friesian and Belgian Blue calves: normal values and effects on somatic growth. *Vet. J.*, 1999b, **157**, 302-308.
- BUREAU F., DETILLEUX J., DORTS T., UYSTEPRUYST C., COGHE J., LEROY P., LEKEUX P. Spirometric performances in Belgian Blue calves. 1: Effects on economic losses due to the bovine respiratory disease complex. *J. Anim. Sci.*, 2001a, **79**, 1301-1304.
- BUREAU F., MICHAUX C., COGHE J., UYSTEPRUYST C., LEROY P., LEKEUX P. Spirometric performances in Belgian Blue calves. 2: Analysis of environmental factors and estimation of genetic parameters. *J. Anim. Sci.*, 2001b, **79**, 1162-1165.
- CLINQUART A., HORNICK J.L., VAN EENAEME C., ISTASSE L. Influence du caractère culard sur la production et la qualité de la viande des bovins Blanc-Bleu Belges. *Prod. Anim.*, 1998, **11**, 285-297.
- DIVE M. Guidance sanitaire et pathologie du groupe au centre de sélection: dix années. Centre de Sélection Bovine: Ciney, 1983, 24p.
- DUMONT B.L. Carcasse composition and muscle structure in hypertrophied animals. In: King J.W.B., Menissier F. (Eds), *Muscle Hypertrophy of Genetic Origin and its Use to Improve Beef Production*. Martinus Nijhoff: The Hague, 1982, 111-133.
- DUMONT B.L., D'HERLINCOURT A., SCHMITT O., LEFEBVRE J. The effect of the hypertrophied type on carcasse composition and muscle distribution in the Maine Anjou breed. In: King J.W.B., Menissier F. (Eds), *Muscle Hypertrophy of Genetic Origin and its Use to Improve Beef Production*. Martinus Nijhoff : The Hague, 1982, 164-176.
- EPLING G.P. Electron microscopy of the bovine lung: the normal blood-air barrier. *Am. J. Vet. Res.*, 1964, **25**, 679-689.
- GUSTIN P., BAMIKA M., ART T., LEKEUX P., LOMBA F., VAN DE WOESTIJNE K.P. Pulmonary function values and growth in Belgian White and Blue double-muscled cattle. *Res. Vet. Sci.*, 1988, **45**, 405-410.
- HANSET R., MICHAUX CH., STASSE A. Relationships between growth rate, carcass composition, feed intake, feed conversion ratio and income in four biological types of cattle. *Génét. Sél. Evol.*, 1987, **19**, 225-248.
- HANSET R., DETAL G., MICHAUX C. The Belgian blue breed in pure and crossbreeding. Growth and carcass characteristics. *Rev. Agr.*, 1989, **42**, 225-264.
- HOLMES J.H.G., ASHMORE C.R. A histochemical study of development of muscle fiber type and size in normal and double-muscled cattle. *Growth*, 1972, **36**, 351-372.
- LEKEUX P., HAJER R., BREUKINK H.J. Effect of somatic growth on pulmonary function values in healthy Friesian cattle. *Am. J. Vet. Res.*, 1984, **45**, 2003-2007.
- LEKEUX P., HAJER R., BREUKINK H.J. Upper airway resistance in healthy Friesian cattle. *Res. Vet. Sci.*, 1985, **38**, 77-81.
- LEKEUX P. Pulmonary function as a potential limiting factor for health, production and exercise. In: Lekeux P. (Ed), *Pulmonary Function in Healthy, Exercising and Diseased Animals*. Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift Publications: Gand, 1993, 3-13.
- LEKEUX P., CLOSE R., ART T. Pulmonary function testing in veterinary medicine. In: Lekeux P. (Ed), *Pulmonary Function in Healthy, Exercising and Diseased Animals*. Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift Publications: Gand, 1993, 15-43.
- Mc LAUGHLIN R.F., TYLER W.S., CANADA R.O. A study of the subgross pulmonary anatomy in various mammals. *Am. J. Anat.*, 1961, **108**, 149-158.
- MICHAUX C., STASSE A., SONNET R., LEROY P., HANSET R. La composition de la carcasse de taureaux culards blanc-bleu belge. *Ann. Méd. Vét.*, 1983, **127**, 349-375.
- MICHAUX C., BROCHIER B., ROUPAIN J., PASTORET P-P., HANSET R., BARTA O. Comparaison de l'immunocompétence des veaux culards et mixtes de race Blanc-Bleu Belge au moyen du test de transformation lymphoblastique. *Ann. Méd. Vét.*, 1984, **128**, 559-564.
- MONIN G., BOCCARD R. Caractéristiques physiologiques respiratoires des bovins culards. *Ann. Génét. Sél. Anim.*, 1974, **6**, 187-193.
- MUGGLI-COCKETT N.E., CUNDIFF L.V., GREGORY K.E. Genetic analysis of bovine respiratory disease in beef calves during the first year of life. *J. Anim. Sci.*, 1992, **70**, 2013-2019.
- SLOCOMBE R.F., ROBINSON N.E. Histamine H1, H2 receptor effects on mechanics ventilation and gas exchange in neonatal calves. *Am. J. Vet. Res.*, 1981, **42**, 764-769.
- SLOCOMBE R.F., ROBINSON N.E., DERKSEN F.J. Effect of vagotomy on respiratory mechanics and gas exchange in the neonatal calf. *Am. J. Vet. Res.*, 1982, **43**, 1168-1171.

SONNET R. Analytical study on retail cuts from the double muscled animals In : King J.W.B., Menissier F. (Eds), Muscle Hypertrophy of Genetic Origin and its Use to Improve Beef Production.. Martinus Nijhoff : The Hague, 1982, 565-574.

VEIT H.P., FARRELL R.L. The anatomy and physiology of the bovine respiratory system relating to pulmonary disease. *Cornell Vet.*, 1978, **68**, 551-581.