

Appréciation de la composition corporelle dans les schémas français de sélection des bovins allaitants en utilisant les mesures par ultrasons avec le matériel VOS

L. JOURNAUX (1), G. RENAND (2), G. LONGY (3), P. BARIBAUT (3)

(1) Institut de l'Élevage, MNE, 149, rue de Bercy, 75595 Paris Cedex 12

(2) INRA SGQA, 78352 Jouy-en-Josas

(3) Institut de l'Élevage, ESTER, 87069 Limoges Cedex

RESUME – A partir d'études conduites au début des années 1990, il a été décidé de développer une appréciation en vif de la composition corporelle en utilisant les ultrasons dans les schémas français d'amélioration génétique des bovins allaitants. L'appareil retenu, le VOS (Velocity Of Sound), développé par l'Université de Bristol, travaille par traversée des masses musculaires. La phase de développement a permis de définir en détail le protocole de mesure : sites de mesures, nombre de mesures à réaliser par animal et moment de la mesure.

Les résultats montrent une bonne liaison de la mesure VOS avec le pourcentage de dépôts adipeux de la carcasse (+0,51), une bonne répétabilité (0,77), une héritabilité moyenne de cette mesure (0,21).

Il faut désormais engager une seconde phase de mise en œuvre systématique de ces mesures dans les programmes de sélection.

Assessment of body composition in French beef cattle breeding schemes, using ultrasonic measurements with the VOS system

L. JOURNAUX (1), G. RENAND (2), G. LONGY (3), P. BARIBAUT (3)

(1) Institut de l'Élevage, MNE, 149, rue de Bercy, 75595 Paris Cedex 12

SUMMARY – After preliminary studies, at the beginning of the 90's, it was decided to develop an assessment of body composition on live animals in French beef cattle breeding schemes. The VOS system (Velocity Of Sound), developed by Bristol University, was chosen. It measures body composition by going through the muscle mass.

This first step was needed to state in details the recording procedure : place of measures, number of measures per animal, time of the measures.

Results showed a good correlation between carcass fat percentage and VOS measurements (+0.51), a good repeatability (0.77) and moderate heritability (0.21).

A second step has to begin to use systematically this measures in selection schemes

INTRODUCTION

La maîtrise de la composition corporelle est un des principaux leviers de réduction des coûts de production en élevage allaitant. Une maîtrise des dépôts de gras diminue le coût du gain de croît, augmente le rendement de la carcasse à la découpe et répond aux demandes du consommateur qui recherche une viande moins grasse.

C'est pourquoi, dès les années 1980 (Raoult et Rehben, 1984), des études ont été entreprises pour développer des outils de mesure de composition corporelle en vif sur les candidats à la sélection. Au début des années 1990, le système VOS (Velocity Of Sound) développé par l'université de Bristol semblait prometteur (Fursey et al., 1991 ; Renand, 1997). Il a donc été décidé de conduire une phase de développement pour rendre ces mesures opérationnelles dans les programmes de sélection des bovins allaitants en France.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU VOS

Le VOS (Velocity Of Sound) utilise la propriété des ultrasons à se propager au travers des tissus animaux à des vitesses qui dépendent de la nature de ces tissus (163 cm/ms pour le muscle, 145 à 150 cm/ms pour le gras).

Dans un milieu hétérogène composé de gras et de muscle disposés en alternance, il existe une relation entre la vitesse de propagation de l'onde (v) et la fraction de volume (L) occupée par les lipides dans ce milieu. Elle est de la forme :

$$\frac{1}{v} = \frac{L}{a+b}$$

où a et b sont des constantes pour une température donnée et $1/v$ est le temps mis par l'onde pour parcourir l'unité de distance. Cette vitesse réciproque augmente avec le pourcentage de gras.

L'appareil est constitué de 3 éléments. Un pied à coulisse électronique, un générateur d'ultrasons et un micro ordinateur. Le pied à coulisse a une ouverture maximale d'environ 45 cm, avec des branches d'environ 15 cm de long. Une des branches est porteuse d'un émetteur à ultrasons et l'autre d'un récepteur. Les sondes utilisées pour les mesures en vif ont une longueur d'onde d'émission d'environ 1 Mhz et un diamètre de 25,4 mm. La partie à mesurer est placée entre les deux branches du pied à coulisse.

Pour un même site, l'appareil prend une série de six mesures successives. Ainsi, à chaque site, la mesure fournie par l'appareil VOS est la moyenne de n valeurs prises à la même position. A cette moyenne de n valeurs est associé un écart type (σ). Sont conservées pour le calcul de la moyenne les n valeurs qui sont incluses dans un intervalle de confiance de 2 écarts types de part et d'autre de cette moyenne. Ainsi à chaque mesure sont associés deux paramètres, le nombre et l'écart type des mesures prises en compte qui caractérisent la « qualité », en fait l'homogénéité, des valeurs qui ont servi à obtenir cette mesure moyenne.

L'ordinateur fournit alors la distance moyenne en centimètre entre émetteur et récepteur (d) et le temps moyen en milliseconde (t) pour parcourir cette distance. La vitesse réciproque moyenne en ms/cm s'obtient par la formule :

$$\frac{t}{d} = \frac{1}{v}$$

Sur les bovins vivants, 3 sites de mesure ont été retenus : à l'épaule, à la dernière côte, au filet (3ème vertèbre lombaire). Pour ces sites qui doivent être facilement repérables sur l'animal, il faut aucun os sur la trajectoire des ultrasons, il faut pouvoir encadrer le site avec le pied à coulisse et avoir un accès commode lorsque l'animal est immobilisé dans une cage de contention. Enfin, pour obtenir un bon contact au travers du poil, il est nécessaire de l'humecter avec un liquide mouillant. Dans la suite de cet article, les mesures ($1/v$) ont été simplifiées par la formule suivante :

$$m = 100 \left(\frac{1}{v} - 6,000 \right)$$

Elles sont exprimées ainsi : site de l'épaule : EPAU ; site de la dernière côte : DCOT ; site du filet : FILE.

EPDC : moyenne aux deux sites épaule et dernière côte ;

EPFI : moyenne aux deux sites épaule et filet ;

DCFI : moyenne aux deux sites dernière côte et filet ;

EDCF : moyenne aux trois sites épaule, dernière côte et filet.

1.2. APPRÉCIATION DE LA VARIABILITÉ DES MESURES ET DE LEUR RÉPÉTABILITÉ POUR DÉTERMINER LE PROTOCOLE DE MESURES

Afin d'apprécier la répétabilité des mesures VOS, 2 241 animaux ont été systématiquement mesurés deux fois de suite par le même opérateur en 1998 (tableau 1). Ces mesures ont été réalisées sur 7 races différentes. Elles ont concerné de jeunes mâles entre 12 et 15 mois, contrôlés dans différents outils de sélection (contrôle individuel, station d'évaluation, station de contrôle sur descendance). Ce protocole a permis d'estimer la répétabilité (rapport entre la variance animale, corrigée de l'effet série de mesure, sur la variance totale). Un faible effet opérateur ayant été mis en évidence dans des études menées en 1996 et 1997 (Journaux et al, 1999), une série de mesures a été réalisée par un opérateur unique entraîné.

Tableau 1
Caractéristiques et répétabilité des mesures VOS à chaque site et pour la moyenne des sites

mesures :	toutes	homogènes
EPAU	29,5 ± 3,7 (0,50) 2 241	28,9 ± 3,6 (0,54) 1 032
DCOT	25,3 ± 2,2 (0,52) 2 241	25,2 ± 2,2 (0,55) 1 924
FILE	26,0 ± 2,3 (0,61) 2 241	25,9 ± 2,2 (0,63) 1 948
EDCF	26,9 ± 2,0 (0,67) 2 241	26,4 ± 1,9 (0,69) 820

1^{re} ligne : moyenne ± écart type (répétabilité).

2^e ligne : effectif.

1.3. APPRÉCIATION DE LA LIAISON AVEC LA COMPOSITION CORPORELLE

Pour apprécier les relations entre mesures VOS et composition corporelle, des animaux de races Aubrac (n=79) Salers (n=96) et Gasconne (n=82) ont été mesurés avec le VOS en vif en 1997 et 1998. Une note d'état obtenue par appréciation visuelle et maniement a été donnée en vif et la composition corporelle des carcasses a été appréciée par pesée des gras internes et dissection de la 6^e côte (Robelin et Geay, 1975).

1.4. ESTIMATION DES PARAMÈTRES GÉNÉTIQUES

Pendant 3 années, de 1996 à 1998, les taurillons limousins du contrôle sur descendance aptitudes bouchères ont été mesurés en vif avant abattage. Nous disposons donc des mesures de 1 194 taurillons nés de 42 pères au cours de 3 séries de contrôle pour réaliser une première estimation de paramètres génétiques. Ces derniers ont été calculés à partir de l'estimation des variances et covariances « pères » et résiduelles dans un modèle qui comportait l'effet de l'année comme unique effet fixé.

2. RESULTATS

2.1. VARIABILITÉ DES MESURES

Les mesures à la dernière côte et au filet présentent des valeurs moyennes et des variabilités entre individus tout à fait comparables (tableau 1). Ces valeurs, plus faibles que celles des mesures à l'épaule, indiquent que la proportion de gras traversée y est moindre.

Les vitesses réciproques sont plus élevées dans les stations de contrôle sur descendance par rapport aux centres d'évaluation et aux stations de contrôle individuel (tableau 2). En plus de cet effet type de station, il existe un effet significatif de la race : les races Charolaise et Salers ont des vitesses plus éle-

vées que les races Limousine, Blonde d'Aquitaine ou Aubrac. Il apparaît enfin que la variabilité entre animaux s'accroît avec l'augmentation de la vitesse moyenne.

Tableau 2
Moyenne et variabilité de la mesure EDCF en 1998
(toutes mesures) (1)

Race	SE	CI	CD
Charolaise	27,7±2,1	27,8±2,2	31,1±2,5
Limousine	24,9±1,7	23,6±1,6	28,6±1,9
Blonde Aquitaine	26,2±2,2	24,4±1,2	
Maine Anjou		24,9±1,7	
Aubrac	25,4±1,7		27,1±2,1
Salers	28,4±2,1		31,3±2,3
Gasconne	26,8±2,0		29,3±2,6
Moyenne générale	26,3±1,9	26,0±1,9	29,0±2,1
effectif	1 450	252	539

(1) Moyenne ± écart type.

SE : station d'évaluation ; CI : station de contrôle individuel ; CD : station de contrôle sur descendance.

2.2. RÉPÉTIBILITÉ DES MESURES

2.2.1. Répétabilité toutes mesures confondues

Les coefficients de répétabilité varient de 0,50 à 0,61 suivant les sites pour les 2 241 mesures réalisées. La répétabilité de la moyenne des trois sites est plus élevée (0,67). Cette amélioration de la répétabilité est due à une forte réduction de la variance résiduelle : le fait de prendre la moyenne de trois mesures indépendantes permet donc de réduire l'erreur de mesure.

2.2.2. Répétabilité et qualité des mesures

Si l'on qualifie « d'homogène » une mesure constituée de valeurs élémentaires homogènes, c'est à dire si le nombre de valeurs élémentaires utilisées est au moins de 5 sur un maximum de 6 mesures et si l'écart-type intra-mesure est inférieur à 0,02, on constate alors que 92 % des mesures effectuées à la dernière côte et au filet peuvent être considérées comme homogènes alors que seulement 65 % des mesures effectuées à l'épaule le sont. La prise en compte de cette « homogénéité » dans un protocole de mesure permet d'améliorer la répétabilité comme le montre le tableau 1.

2.3. CORRÉLATION ENTRE MESURES VOS ET LA COMPOSITION DE LA CARCASSE

Le tableau 3 rapporte les coefficients de corrélation entre la teneur en dépôts adipeux de la carcasse et les mesures VOS en vif (mesures à chaque site et moyennes), soit sur les données brutes non corrigées pour les effets race et année, soit intra race-année sur les données corrigées de ces effets.

Tableau 3
Corrélations entre note d'état en vif, mesures VOS en vif et pourcentage de dépôts adipeux de la carcasse

relations :	intra race-année	brutes
note d'état en vif	0,30	0,32
EPAU	0,49	0,61
DCOT	0,24	0,38
FILE	0,39	0,49
EPDC	0,46	0,58
DCFI	0,35	0,48
EPFI	0,51	0,63
EDCF	0,47	0,60

Nous constatons que la relation avec la composition de la carcasse est nettement meilleure pour les mesures VOS effectuées à l'épaule par rapport à celles effectuées à la dernière côte. Celles au filet sont intermédiaires. De plus, il apparaît que l'utilisation de la mesure à la dernière côte conjointement avec les deux autres n'apporte pas un supplément de précision par

rapport à l'utilisation de la seule mesure à l'épaule. En définitive, la corrélation maximale est obtenue lorsque la mesure au filet est combinée à la mesure à l'épaule.

En outre, les corrélations de la teneur en dépôts adipeux de la carcasse avec la note d'état en vif sont nettement plus faibles (0,30) que celles avec la combinaison des mesures VOS à l'épaule et au filet (0,51).

Enfin, les corrélations calculées avec les données brutes (0,63) sont nettement plus élevées que celles calculées intra race-année (0,51) pour les mesures VOS, alors qu'elles sont peu différentes pour la note d'état (0,32 et 0,30). Ces résultats montrent que les mesures VOS reflètent correctement les différences de composition corporelle entre les différents lots race-année, alors que la note d'état en vif ne le permet pas.

2.4. PARAMÈTRES GÉNÉTIQUES DES MESURES VOS

La valeur VOS considérée est la moyenne à l'épaule et au filet (EPFI). Les paramètres génétiques sont rapportés au tableau 4.

Tableau 4
Paramètres génétiques en station de contrôle sur descendance aptitudes bouchères en race limousine (1)

caractère	h ²	corrélations avec EPFI	
		phénotypique	génétique
EPFI	0,21±0,04	/	/
GMQ	0,36±0,06	+0,15	+0,52±0,07
DM vif	0,28±0,04	+0,24	+0,64±0,07
Poids vif final	0,26±0,06	-0,00	+0,13±0,11
Conf carcasse	0,32±0,06	-0,00	-0,15±0,10
Etat vif	0,29±0,05	+0,21	+0,70±0,09
Etat carcasse	0,34±0,06	+0,18	+0,40±0,11

(1) valeur estimée ± écart type.

GMQ : gain moyen quotidien ; DM : développement musculaire ; Conf : conformation.

L'héritabilité de la mesure VOS est plus faible (0,21) que celles des performances de croissance, de conformation ou d'état d'engraissement (de 0,26 à 0,36). Si les coefficients de corrélations phénotypiques sont plutôt faibles entre les trois estimateurs de la composition corporelle (+0,06 à +0,21), la corrélation génétique est élevée entre note d'état en vif et la mesure VOS (+0,70), alors qu'elle est plus faible entre la note d'état en carcasse et la mesure VOS (+0,40).

3. DISCUSSION

Compte tenu de la variabilité observée des mesures VOS, des relations établies avec la composition de la carcasse et des premiers paramètres génétiques estimés, il semble intéressant d'inclure les mesures VOS comme appréciation de l'état d'adiposité des animaux dans les schémas d'amélioration génétique des bovins allaitants. Il convient donc de préciser le protocole de mesure, et les développements à poursuivre pour augmenter encore l'efficacité de cet outil de sélection.

3.1. PROTOCOLE DE MESURE

3.1.1. Sites de mesure

Compte tenu des relations observées entre mesure VOS en vif et composition corporelle de la carcasse et pour minimiser le nombre de mesures par animal seuls deux sites de mesure sont retenus : l'épaule et le filet.

3.1.2. Stratégie de mesure

Des études complémentaires ont montré que la variabilité des mesures augmentait au cours des périodes de contrôle (Journaux et al, 1999). Pour discriminer au mieux les animaux, ils seront mesurés systématiquement deux fois, le plus près possible de la fin des contrôles, sans refaire a priori les mesures jugées comme non homogènes. Si dans un couple de mesures à un site donné, une mesure est jugée homogène et l'autre pas, la mesure non homogène est éliminée. Dans tous les autres cas c'est la moyenne de ces deux mesures qui est prise en compte. Une simulation réalisée à partir des données 1998 montre que ce protocole permet d'obtenir une répétabilité théorique de

0,77 sans nécessiter la prise d'un trop grand nombre de mesures (Journaux et al, 1999).

Cette mesure VOS est à pratiquer systématiquement en station d'évaluation, en station de contrôle individuel et en station de contrôle sur descendance des aptitudes bouchères.

La mesure retenue pour l'évaluation génétique de la composition corporelle est la moyenne des mesures aux 2 sites épaule et filet.

3.2. POURSUITE DES ÉTUDES ET DU DÉVELOPPEMENT

Une première génération de matériel VOS est aujourd'hui opérationnelle. Cependant, il est nécessaire de poursuivre les études et le développement.

Des études complémentaires sont nécessaires pour valider les relations entre mesures VOS et composition corporelle sur le plus grand nombre possible de races. Il faut aussi valider les paramètres génétiques obtenus en Limousins pour les autres races.

Une utilisation en routine est désormais envisagée malgré l'existence de quelques cas de dysfonctionnement des appareils VOS qui rendent nécessaires des développements supplémentaires pour augmenter leur robustesse, diminuer leur encombrement et fiabiliser la prise de mesure par des dispositifs sécurisés.

CONCLUSION

Les études conduites ces trois dernières années permettent de disposer d'un nouveau caractère de « qualité de la carcasse »

qu'il est possible de prendre en compte de façon fiable et systématique dans les programmes français d'amélioration génétique des bovins allaitants en intégrant les contraintes de coût de réalisation et de faisabilité des mesures.

Bien sûr, des développements complémentaires sont encore nécessaires pour assurer la pérennité de cette mesure. Ils sont d'ores et déjà engagés.

Remerciements : le développement de cet appareil de mesure a été rendu possible grâce à l'appui de Christopher Miles et de son équipe de l'université de Bristol (GB), aux soutiens financiers du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (programme Agriculture Demain, décision 95.G.0110) et de l'OFIVAL et à la participation technique et financière de L'UPRA Charolaise, de L'UPRA Limousine et de l'Unité de Sélection MIDATEST.

Fursey, G.A., Miles, C.A., Page, S.J., Fisher, A.V. 1991. Anim. Prod. 52, 263-269

Journaux, L., Renand, G., Longy, G., Baribault, P. 1999. Compte rendu INRA Institut de l'Élevage n°2786, 70 pp

Raoult, J., Rehben, E., 1984. In : In vivo measurement of body composition in meat animals, D. Lister (editor), Elsevier, Londres RU, 185-187

Renand, R., Fisher, A.V. 1997. Livest. Prod. Sci. 51, 205-213

Robelin J., Geay Y., 1975. Estimation de la composition de la carcasse de taurillons à partir de la composition de la 6^e côte, Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, INRA, 66, 37-41