

B. REMOND, J. ROBELIN*,
Y. CHILLIARD,
avec la collaboration de G. CUYLLE*
et A. OLLIER

INRA Theix
Laboratoire de la Lactation
* Laboratoire de la production
de viande
63122 Ceyrat

Estimation de la teneur en lipides des vaches laitières Pie Noires

par la méthode de notation
de l'état d'engraissement

L'état d'engraissement des vaches laitières est susceptible d'évoluer largement au cours de la lactation et de présenter des différences individuelles importantes. Dans la conduite alimentaire de ces animaux il serait utile d'apprécier l'état des réserves corporelles et ses variations, car ils influent sur la production laitière, la santé et la reproduction.

Il existe de nombreuses méthodes d'estimation "in vivo" de la proportion corporelle de lipides (ou de ses variations), basées sur différentes lois physiques et physiologiques : espace de diffusion d'un marqueur de l'eau corporelle, taille des adipocytes, bilans nutritionnels, mesure de l'épaisseur du tissu adipeux sous-cutané avec un appareil à ultra-sons, ... (cf. ouvrages édités par Andersen 1982, et par Lister 1984). Toutes cependant nécessitent des appareils plus ou moins coûteux, des prélèvements d'échantillons de tissus corporels, ou des mesures longues (bilan énergétique), à l'exception de la notation de l'état d'engraissement des animaux, établie après observation et éventuellement palpation.

Différentes méthodes de notation de l'état corporel des vaches laitières ont été proposées, notamment par Lowman *et al* (1976), Mulvany (1977) et, en France, par Bazin *et al* (1984) dans une échelle allant, pour ces auteurs, de 0 à 5. Les modifications de poids vif ou de quantités de lipides corporels liées à un point d'état corporel varient cependant largement selon les auteurs. Ainsi une variation de 1 point de la note d'état (dans une échelle allant de 0 à 5) correspond à une variation du poids vif : de 25 à 30 kg pour Frood et Croxton (1978), et pour Agabriel *et al* (1986) qui expérimentaient avec des vaches de races à viande ; de 44

kg pour Grainger *et al* (1985) pour des vaches Pie Noires ; d'une centaine de kg pour Wright et Russel (1984a) et pour Peart (cité par les auteurs précédents). Compte tenu de la subjectivité de la méthode, nous avons voulu en étudier l'intérêt et l'étalonner avec des vaches Pie Noires fortement Holsteinisées, dans notre contexte de travail expérimental.

Conditions expérimentales

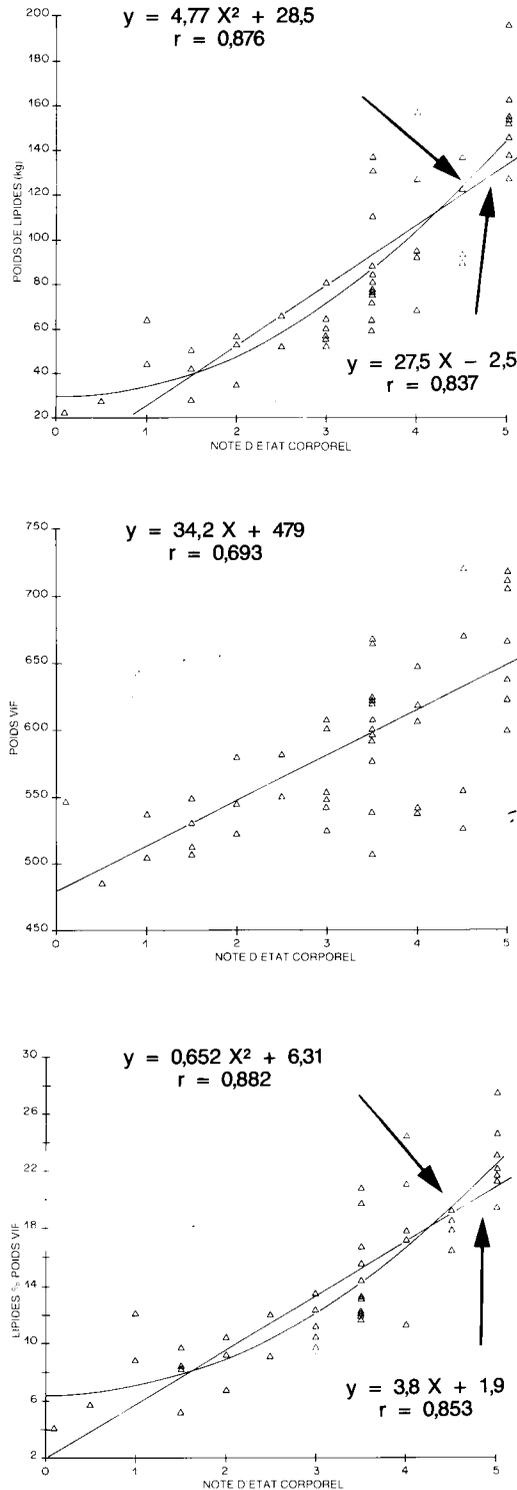
On a utilisé les résultats provenant de 3 groupes de vaches toutes de type Pie Noir : 1°/ 12 vaches taries, maigres au début de l'essai ; elles ont été réparties en 3 lots de 4 animaux et abattues dans un état d'engraissement faible, moyen ou élevé, après reconstitution plus ou moins complète des réserves de lipides ; 2°/ 8 vaches en bon état d'engraissement au vêlage et réparties en 2 lots de 4. Les unes ont été abattues à la fin de la 1^{ère} semaine de lactation, et les autres à la fin de la 8^{ème} semaine, après une restriction alimentaire de 25 % par rapport à leur capacité d'ingestion prévue. Les quantités de lipides déposées ou mobilisées par les vaches de ces 2 groupes ont déjà été publiées (Robelin, 1982 ; Chilliard *et al*, 1983) ; 3°/ 29 vaches de réforme des troupeaux expérimentaux de l'INRA de Theix ou d'Orcival, abattues en lactation (n = 10) ou taries (n = 19).

L'état d'engraissement des vaches a été noté par un (toutes les vaches) ou deux (27 vaches) opérateurs entraînés, dans une échelle allant de 0 à 5 par paliers de 0,5 point, selon les principes exposés par Mulvany (1977) et adaptés par Bazin *et al* (1984). Les 2 opérateurs ont noté indépendamment l'un de l'autre. Pour les vaches des 2 premiers groupes, une seule note a été attribuée, après observation et palpation de l'attache de la queue, du travers et du flanchet. Pour le 3^{ème} groupe de vaches, deux notes ont été attribuées : la première, après observation faite à proximité immédiate de l'animal (note d'appréciation visuelle), la deuxième

Résumé

L'état d'engraissement de 49 vaches laitières adultes Pie Noires, en lactation ou taries, a été noté entre 0 et 5 par un ou deux opérateurs, après observation des animaux (note d'appréciation visuelle), ou observation et manipulation (note synthétique). Après abattage, la composition corporelle des vaches a été mesurée ou estimée. La variation de 1 point de la note d'état d'engraissement s'est accompagnée d'une variation de la proportion de lipides dans le poids vif d'environ 3,9 points %, du poids vif de 35 kg, de la quantité de lipides corporels de 28 kg. Les notes attribuées par les 2 opérateurs ont été étroitement corrélées ($r \geq 0,96$). Il en est de même des notes d'appréciation visuelle et des notes synthétiques ($r = 0,97$).

Figure 1. Laison entre la note d'état corporel et le poids vif, la quantité de lipides et la proportion de lipides dans le poids vif (Opérateur 1 ; n = 49).



après palpation des animaux (note synthétique). De plus, la hauteur au garrot de 28 des 29 animaux a été mesurée avec une toise, avant l'abattage. Après l'abattage, les vaches des 2 premiers groupes ont fait l'objet d'une dissection complète des différents tissus puis d'analyses chimiques selon le protocole décrit par Robelin *et al.* (1979). La quantité de lipides présente dans les vaches du 3^e groupe a été calculée à partir de la proportion des dépôts adipeux (DA) dans la 6^e côte et

du rapport entre le poids des dépôts adipeux du 5^e quartier et celui de la carcasse, en utilisant les 2 équations suivantes :

(1) Dépôts adipeux totaux (en % carcasse) = 0,709 DA du 5^e quartier (en % carcasse) + 0,59 DA de la 6^e côte (en % 6^e côte) + 3,86 (équation établie sur les 20 vaches des groupes 1 et 2 ; Robelin *et al.*, résultats non publiés).

(2) Lipides totaux (kg) = 1,1346 (DA carcasse + DA 5^e quartier)^{0,992} (Robelin et Geay, 1978).

De plus, chez 21 vaches de ce 3^e groupe, les dépôts adipeux sous-cutanés ont été disséqués et pesés.

Les vaches avaient les caractéristiques suivantes : âge : $7,0 \pm 2,6$ ans ; poids vif : 592 ± 64 kg ; hauteur au garrot : $1,45 \pm 0,04$ m ; numéro de lactation en cours ou achevée : $4,9 \pm 2,7$; lipides (en % du poids vif) : $14,4 \pm 5,8$, soit des valeurs extrêmes pour ce dernier critère de 4 % et 27 %.

Résultats et discussion

La proportion de lipides dans le poids vif, la quantité de lipides présente dans l'animal et le poids vif ont varié respectivement de 3,9 points %, 28 kg et 35 kg par point d'état corporel (tableau 1 et figure 1), en moyenne pour les 2 opérateurs. Ces valeurs sont inférieures à celles qu'on peut calculer à partir d'observations que nous avons déjà publiées (Chilliard *et al.*, 1984) : 38 kg de lipides (mesurés par la méthode à l'eau lourde : Robelin, 1982) et 65 kg de poids vif vide par point d'état corporel. Cela s'explique en partie par le mode de calcul : ces 2 dernières valeurs peuvent s'assimiler à des pentes d'axes principaux qui, dans une régression, sont plus élevées que les coefficients de régression correspondants, et cela dans une mesure d'autant plus grande que le coefficient de corrélation est moins élevé. Ainsi, dans la présente étude, les moyennes des pentes des axes principaux pour les 2 opérateurs ont été de 4,4 points %, 33 kg et 48 kg pour ce qui concerne les variations de la proportion de lipides dans le poids vif, de la quantité de lipides, et du poids vif, par point de variation de l'état corporel. Les coefficients de régression que nous avons observés pour le poids vif sont légèrement supérieurs à ceux observés par Froid et Croxton (1978) et par Agabriel *et al.* (1986), mais très inférieurs à ceux proposés par Wright et Russel (1984b) : 85 kg de lipides et 115 kg de poids vif par point d'état corporel. Ces valeurs élevées s'expliquent par la gamme de note d'état plus restreinte dans l'essai britannique que dans notre essai (1 à 4,5 contre 0 à 5) et, par contre, par une gamme d'état d'engraissement des vaches beaucoup plus large : 4 % à 38 % de lipides dans le poids vif contre 4 % à 27 % dans notre essai. En fait, la gamme d'état d'engraissement de notre population d'animaux correspondait à celle qu'on peut rencontrer dans des conditions d'élevage habituelles, alors que celle des animaux de Wright et Russel (1984) se rapprochait davantage de l'amplitude physiologique maximale susceptible d'être observée.

La proportion de lipides dans la variation de poids vif a été de 68 % ou 80 % (selon qu'on considère les pentes des axes principaux ou des régressions linéaires). Elle est évidemment proche des résultats obtenus par Robelin et Chilliard (cités par Chilliard *et al.*, 1983) par dissection complète et analyse chimique de vaches adultes Pie Noires abattues dans différents états d'engraissement, puisque leurs valeurs ont été utilisées dans cette étude.

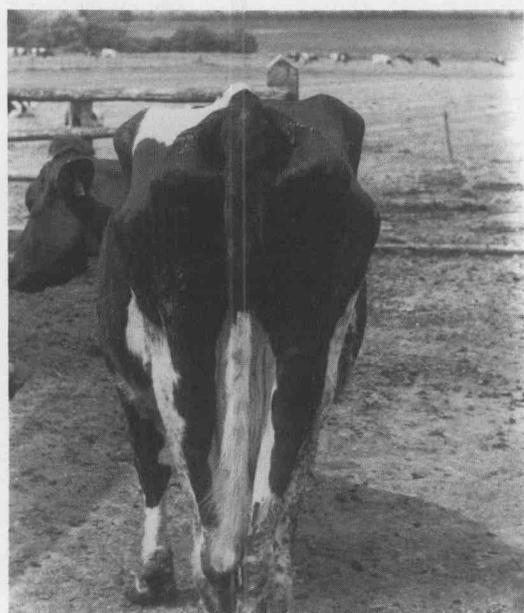
Tableau 1. Liaisons entre la note d'état corporel ou son carré et le poids vif, le poids de lipides ou la proportion de lipides par rapport au poids vif.

VARIABLE EXPLIQUÉE (Y)	Pente de la régression	Constante	Ecart-type résiduel	Coefficient de corrélation (r)
La variable explicative est la note (synthétique) d'état corporel				
Opérateur 1 (n = 49)				
Poids vif (kg)	34,2 ± 5,2	479	46,6	0,693
Lipides (kg)	27,5 ± 2,6	-2,5	23,5	0,837
Lipides % Poids vif	3,8 ± 0,3	1,9	3,0	0,853
Opérateur 2 (n = 27)				
Poids vif (kg)	35,8 ± 7,8	483	55,5	0,676
Lipides (kg)	28,9 ± 3,3	5,5	23,3	0,870
Lipides % Poids vif	4,0 ± 0,4	3,0	2,6	0,911
La variable explicative est la note (synthétique) d'état corporel élevée au carré				
Opérateur 1 (n = 49)				
Poids vif (kg)	5,82 ± 0,84	519	45,6	0,709
Lipides (kg)	4,77 ± 0,38	28,5	20,7	0,876
Lipides % Poids vif	0,65 ± 0,05	6,31	2,74	0,882
Opérateur 2 (n = 27)				
Poids vif (kg)	6,64 ± 1,41	518	54,9	0,685
Lipides (kg)	5,38 ± 0,56	33,3	21,9	0,886
Lipides % Poids vif	0,74 ± 0,06	6,97	2,45	0,919

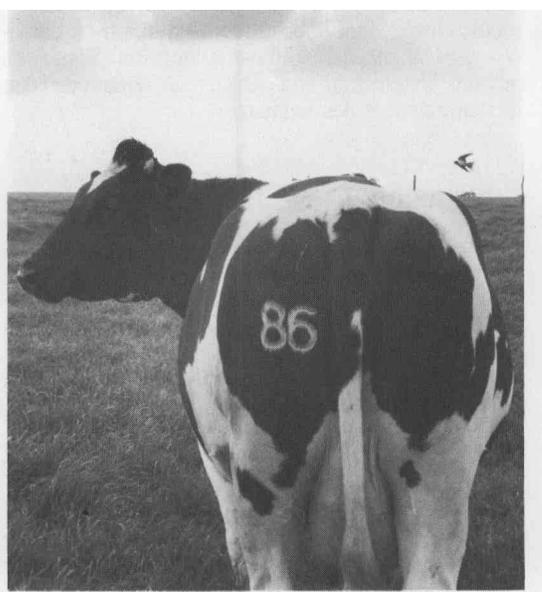
Pour les 3 paramètres étudiés (poids vif, proportion de lipides dans le poids vif et poids de lipides), le remplacement de la note d'état par son carré a légèrement amélioré la part de la variance expliquée surtout pour l'opérateur 1 (tableau 1 et figure 1). Cela suggère que la proportion de lipides dans le poids vif, la quantité de lipides et le poids vif s'accroissent d'autant plus, par point de note supplémentaire, que la note initiale est plus élevée. Cette tendance n'avait été signalée dans aucune des études citées. Elle est cependant cohérente avec les résultats de Robelin (1982) qui avait observé un accroissement quadratique de la proportion de tissu adipeux dans le corps entier de l'animal avec la proportion de tissu adipeux dans la 11^e côte.

L'adjonction, dans la régression linéaire, de la hauteur au garrot à la note d'état corporel améliore la prédiction du poids vif et de la quantité de lipides contenue dans l'animal (tableau 2). Cette amélioration est cependant assez faible, ce qui est probablement dû d'abord à l'homogénéité des tailles de nos animaux (cf. Conditions expérimentales), et aussi à ce que la hauteur au garrot ne prend que partiellement en compte le format de l'animal. Il aurait probablement été intéressant de compléter cette mesure simple et précise par une mesure de longueur et une mesure de largeur des animaux.

Les notes d'appréciation visuelle de l'état corporel ont été très étroitement corrélées aux notes synthétiques



Note 0



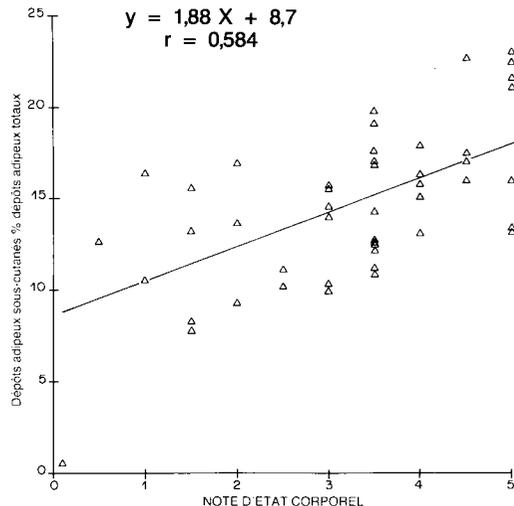
Note 5

L'état d'engraissement des vaches laitières est noté de 0 à 5.

Tableau 2. Liaisons entre la note d'état corporel (X1) et la hauteur au garrot (X2), et le poids vif ou le poids de lipides (Y) ($Y = aX1 + bX2 + c$) (régressions calculées avec les notes de l'opérateur 1 ; n = 28)

VARIABLE EXPLIQUÉE (Y)	Variables explicatives		Constante (c)	Ecart-type résiduel	Coefficient de corrélation (r)
	Note d'état corporel (a)	Hauteur au garrot (m) (b)			
Poids vif (kg)	29,3 ± 9,1	621 ± 241	-347	43	0,742
Lipides (kg)	26,9 ± 4,2	278 ± 113	-383	20	0,867

Figure 2. Liaison entre la note d'état corporel et la proportion des dépôts adipeux sous-cutanés dans les tissus adipeux totaux (Opérateur 1 ; n = 41)



($r \geq 0,96$ pour les 2 opérateurs) et n'ont jamais été différentes de plus d'un demi-point.

Les notes attribuées par les opérateurs ont été étroitement corrélées ($r = 0,968$; n = 27) et les écarts n'ont atteint 1 point que 2 fois sur 27 notations communes. Cela confirme la bonne reproductibilité de la mesure déjà mentionnée par Evans (1978), Nicoll (1981) et Agabriel *et al* (1986).

La proportion des tissus adipeux sous-cutanés par rapport aux dépôts adipeux totaux s'est fortement accrue avec la note d'état (figure 2). C'est cette allométrie élevée, dont Robelin (1986) a montré le caractère général chez les Ruminants, qui confère au tissu adipeux sous-cutané son caractère de témoin de l'état d'engraissement des animaux.

Conclusion

La méthode d'estimation de la teneur en lipides des vaches laitières par notation de leur état d'engraissement est environ 3 fois moins précise que les méthodes basées sur l'espace de diffusion de l'eau lourde ou sur le diamètre des adipocytes, si on se réfère, pour ces dernières méthodes, aux résultats de Robelin (1982). Par ailleurs, elle ne peut être utilisée de façon fiable que par des techniciens expérimentés. Cependant, une fois acquise, elle est d'une mise en œuvre très rapide et très bon marché. Cela permet la multiplication des estimations sur les mêmes animaux, éventuellement par des opérateurs différents, et donc d'un accroissement de justesse de la prédiction.

Cette méthode d'estimation de l'état corporel des animaux est actuellement la seule à pouvoir être utilisée dans la pratique de l'élevage. Elle paraît intéressante

pour apprécier l'état d'engraissement de lots d'animaux et pour proposer des recommandations aux techniciens et aux éleveurs de bovins.

Références bibliographiques

- AGABRIEL J., GIRAUD J.-M., PETIT M., 1986 - Détermination et utilisation de la note d'état d'engraissement en élevage allaitant. Bull. Tech. CRZV Theix, INRA, 66, 43-50.
- ANDERSEN B. B., 1982 - In vivo estimation of body composition in beef. Beret. Stat. Husdyrb. fors., n° 524.
- BAZIN S. (avec la collaboration d'EDE et de l'INRA), 1984 - Grille de notation de l'état d'engraissement des vaches Pie-Noires. Brochure rédigée par S. Bazin et éditée par l'Institut Technique de l'Élevage Bovin, 149, rue de Bercy - 75595 Paris Cedex 12.
- CHILLIARD Y., REMOND B., SAUVANT D., VERMOREL M., 1983 - Particularités du métabolisme énergétique. In : Particularités nutritionnelles des vaches à haut potentiel de production. Bull. Tech. CRZV Theix, INRA, 53, 37-64.
- CHILLIARD Y., ROBELIN J., REMOND B., 1984 - In vivo estimation of body lipid mobilization and reconstitution in dairy cattle. Can. J. Anim. Sci., 64 (Suppl.), 236-237.
- EVANS D.G., 1978 - The interpretation and analysis of subjective body condition scores. Anim. Prod., 26, 119-125.
- FROOD M. J., CROXTON D., 1978 - The use of condition - scoring in dairy cows and its relationship with milk yield and live weight. Anim. Prod., 27, 285-291.
- GRAINGER C., HOLMES C. W., MOORE Y. F., 1985 - Performance of Friesian cows with high and low breeding indexes. 2. Energy and nitrogen balance experiments with lactating and pregnant, non lactating cows. Anim. Prod., 40, 389-400.
- LISTER D., 1984 - In vivo measurement of body composition in meat animals. Elsevier Applied Science Publishers, Londres et New-York.
- LOWMAN B. G., SCOTT N. A., SOMERVILLE S. H., 1976 - Condition scoring of cattle. The East of Scotland College of Agriculture, Bulletin n° 6.
- MULVANY P., 1977 - Dairy cow condition scoring. NIRD Paper n° 4468.
- NICOLL G. B., 1981 - Sources of variation in the condition scoring of cows. Ir. J. agric. Res., 20, 27-33.
- ROBELIN J., 1982 - A note on the estimation in vivo of body fat in cows using deuterium oxide of adipose cell size. Anim. Prod., 34, 347-350.
- ROBELIN J., 1986 - Growth of adipose tissues in cattle, partitioning between depots, chemical composition and cellularity. A review. Livest. Prod. Sci., 14, 349-364.
- ROBELIN J., GEAY Y., 1978 - Estimation de la composition chimique du corps entier des bovins à partir du poids des dépôts adipeux totaux. Ann. Zootech., 27, 159-167.
- ROBELIN J., GEAY Y., BERANGER C., 1979 - Evolution de la composition corporelle de jeunes bovins mâles entiers de race limousine entre 9 et 19 mois. II. Composition chimique et valeur calorifique. Ann. Zootech., 28, 191-208.
- WRIGHT I.A., RUSSEL A.J.F., 1984 a - Partition of fat, body composition and body condition score in mature cows. Anim. Prod., 38, 23-32.
- WRIGHT I.A., RUSSEL A.J.F., 1984 b - Estimation in vivo of the chemical composition of the bodies of mature cows. Anim. Prod., 38, 33-44.

B. REMOND, J. ROBELIN, Y. CHILLIARD. Estimation of lipid content in Black-Pied dairy cows with body condition score method.

Body condition score of 49 adult dairy cows of the Black-Pied type, lactating or dry, has been evaluated in 0-5 scale, by 1 or 2 assessors, after observation or observation and handling. After slaughtering, the body composition of the cows was measured or estimated. Change of 1 unit in condition score was accompanied by variations of 3,9 points % in the percentage of lipids in the liveweight, of 35 kg in the liveweight, of 28 kg in the body lipids. Scores of the 2 assessors were strongly correlated ($r \geq 0.96$). Scores after observation and scores after observation and handling were also highly correlated ($r = 0.97$).

REMOND B., ROBELIN J., CHILLIARD Y., 1988. Estimation de la teneur en lipides des vaches laitières Pie-Noires par la méthode de notation de l'état d'engraissement. *INRA Prod. Anim.*, 1 (2), 111-114.