

## Comparaison de 3 méthodes d'estimation de la composition corporelle des chèvres laitières sèches ou en lactation

Schmidely P., Bas P., Morand-Fehr P., Hervieu J., Rouzeau A.

*in*

Purroy A. (ed.).  
Body condition of sheep and goats: Methodological aspects and applications

Zaragoza : CIHEAM  
Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 27

1995  
pages 141-150

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=96605603>

To cite this article / Pour citer cet article

Schmidely P., Bas P., Morand-Fehr P., Hervieu J., Rouzeau A. **Comparaison de 3 méthodes d'estimation de la composition corporelle des chèvres laitières sèches ou en lactation.** In : Purroy A. (ed.). *Body condition of sheep and goats: Methodological aspects and applications*. Zaragoza : CIHEAM, 1995. p. 141-150 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 27)



<http://www.ciheam.org/>  
<http://om.ciheam.org/>

## Comparaison de 3 méthodes d'estimation de la composition corporelle des chèvres laitières sèches ou en lactation

Ph. SCHMIDELY  
 P. BAS  
 P. MORAND-FEHR  
 J. HERVIEU  
 A. ROUZEAU  
 LABORATOIRE DE NUTRITION ET ALIMENTATION  
 INRA-INAPG  
 PARIS  
 FRANCE

**RESUME** - La comparaison de différentes méthodes : note d'état corporel par palpation (NEC), espace de diffusion (ED) de 2 marqueurs de l'eau corporelle : l'eau deutériée ( $D_2O$ ) et l'urée (U) pour estimer la quantité de lipides corporels (LC) rapportée au poids vif (PV) ou au corps vide (CV), a été réalisée à l'aide de 3 séries d'abattage sur un total de 32 chèvres alpines et Saanen. Les chèvres étaient, soit tarées ( $n=12$  ;  $LC/CV = 20,5\% \pm 10,1$ ), soit en début de lactation (63 jours de lactation en moyenne,  $n=10$ ,  $LC/CV = 14,0\% \pm 5,0$ ) ou en pleine lactation (154 jours de lactation,  $n=10$ ,  $LC/CV = 15,1\% \pm 6,0$ ). Deux jours avant l'abattage, 0,5 g  $D_2O/kg$  PV était injecté aux animaux ; 1 heure avant l'abattage, la note NEC était obtenue par la méthode décrite par Morand-Fehr *et al.* (1994) puis 0,13 g d'U/kg PV était injecté. Les cinétiques plasmatiques de  $D_2O$  et de l'U ont permis de calculer leur espace de diffusion ( $EDD_2O$  et EDU) utilisant un modèle mono- et bi-compartimental respectivement. Après abattage, la quantité de LC de l'organisme était analysée par la méthode de Folch *et al.* (1957). Le modèle de prédiction de LC était le suivant :  $LC = a \times PV + b \times EDD_2O$  (ou EDU ou NEC) + c. Les coefficients b et c du modèle avec  $EDD_2O$  ou EDU sont différents entre chèvres sèches et en lactation ( $P < 0,05$ ). En conséquence, les résultats sont estimés séparément. Le coefficient de variation résiduelle exprimé en % de LC, du modèle de prédiction de LC des chèvres sèches, est de 32%, 30% et 17% pour NEC, EDU et  $EDD_2O$  respectivement, et chez les chèvres en lactation (début et pleine lactation) de 33%, 32% et 14% respectivement. En conséquence, les méthodes utilisant l'urée ou les notes d'état corporel permettent d'estimer la quantité de lipides corporels de façon très comparable mais moins précise que la méthode avec  $D_2O$ . Cependant elles sont plus faciles d'utilisation et moins coûteuses. NEC permet une appréciation de la composition corporelle suffisante et bien adaptée aux conditions de terrain.

**Mots-clés** : Composition corporelle, méthodes, chèvres, lactation.

**SUMMARY** - "Comparison of three body condition estimation methods in dry or lactating dairy goats". The comparison of different methods: body condition score (BCS), urea (U) or deuterium oxide ( $D_2O$ ) dilution space, to estimate body lipids (LIP) in live body weight (BW) was made by compilation of three slaughter trials with 32 mature Alpine or Saanen goats. Goats were either dry ( $n=12$ ,  $LIP/BW = 20.5\% \pm 10.1$ ) or 63 d of lactation ( $n=10$ ,  $LIP/BW = 14.0\% \pm 5.0$ ) or 154 d of lactation ( $n=10$ ,  $LIP/BW = 15.1\% \pm 6.0$ ). Two days before slaughter, the goats were injected with 0.5 g  $D_2O/kg$  BW; 1 h before slaughter, they were notated for BCS as described by Morand-Fehr *et al.* (1994), and injected with 0.13 g urea/kg BW. Kinetics of  $D_2O$  and urea in the plasma were appropriately recorded in order to calculate their respective dilution space ( $DSD_2O$  and DSU) using a two and one compartmental open model, respectively. After slaughter, empty body was analysed for LIP by Folch *et al.* (1957) procedure. Model of prediction of LIP were:  $LIP = a \times LW + b \times (BCS \text{ or } DSU \text{ or } DSD_2O) + c$ . Coefficients a and b of the model with  $D_2O$  and urea were different for dry and lactating goats ( $P < 0.05$ ); consequently results were expressed separately. Residual standard deviations expressed (as a percentage of LIP), of the models of prediction of LIP in dry goats were 32%, 30% and 17% for BCS, DSU and  $DSD_2O$ , respectively. In lactating goats (d60 and d150 pooled), the residual standard deviation were 33%, 32% and 14%, respectively. In conclusion, urea and BCS give equivalent predictions of LIP, but are less precise than  $D_2O$ . However, because they are easier and less expensive to use than  $D_2O$ . BCS provides a method well adapted in practical conditions to estimate goat body composition.

**Key words**: Body composition, methods, goats, lactation.

## Introduction

En élevage caprin, la connaissance de l'état corporel (EC) des chèvres permet de mieux définir leur programme alimentaire, d'éviter des désordres métaboliques peri-partum comme les toxémies de gestation, d'obtenir de meilleurs résultats de reproduction, d'évaluer la capacité d'adaptation de différents génotypes à des milieux difficiles et en particulier à des sous-alimentations ou même à estimer la valeur d'une prairie ou d'un parcours pour reconstituer les réserves corporelles des animaux (Morand-Fehr *et al.*, 1989). Il est donc très utile de connaître l'EC qui est étroitement lié aux réserves corporelles et qui reflète la quantité de lipides déposés dans l'organisme. A partir de la liaison qui existe entre les lipides et l'eau corporels, diverses méthodes, sont disponibles pour estimer la composition corporelle et en particulier la masse de lipides corporels : la mesure de la taille des adipocytes des tissus adipeux sous-cutanés (Robelin et Agabriel, 1986) ou l'estimation de l'espace de diffusion d'un marqueur de l'eau corporelle. La méthode utilisant comme marqueur D<sub>2</sub>O utilisée chez les bovins (Robelin, 1977) et les ovins (Tissier *et al.*, 1983 ; Purroy *et al.*, 1989) a été appliquée aux caprins (Brown et Taylor, 1986 ; Schmidely *et al.*, 1988 ; Bas *et al.*, 1990). De même, la méthode de l'urée (Bartle *et al.*, 1987) a aussi été utilisée chez les caprins (Varha et Yadana, 1968 ; Bas *et al.*, 1990 ; Schmidely *et al.*, 1991). En dépit de la faible masse des tissus adipeux sous-cutanés des caprins (Chilliard *et al.*, 1981 ; Bas *et al.*, 1985), la méthode d'estimation de l'état corporel des brebis par palpation de la région lombaire (Russel *et al.*, 1969) leur a été appliquée (Honhold *et al.*, 1989). Pour obtenir des résultats satisfaisants, elle a dû être modifiée et standardisée en introduisant la palpation du site sternal et en mettant au point une échelle de notes adaptée s'appuyant sur des repères anatomiques précis (Hervieu *et al.*, 1989 ; Santucci *et al.*, 1991 ; Morand-Fehr *et al.*, 1994).

A partir de la relation inverse entre les teneurs en eau et en lipides du corps vide, ce présent travail a pour objectif de comparer deux méthodes mesurant l'espace de diffusion de l'eau corporelle à l'aide de D<sub>2</sub>O, EDD<sub>2</sub>O et de l'urée EDU et la méthode d'estimation de l'état corporel par palpation à l'aide de notes (NEC) sur des chèvres à différents stades physiologiques. Les résultats de la méthode NEC ont déjà été partiellement publiés (Morand-Fehr *et al.*, 1991).

## Matériel et méthodes

32 chèvres alpines et Saanen, âgées de 1 à 7 ans, sont réparties en 3 lots suivant le stade physiologique à l'abattage :

- Lot L60 : 10 chèvres : abattage à 63 jours ( $\pm 3$  j) après la mise bas
- Lot L150 : 10 chèvres : abattage à 154 jours ( $\pm 11$  j) après la mise bas
- Lot T : 12 chèvres tarées depuis au moins 40 j, non gestantes

Avant l'abattage, elles ont toutes été alimentées en ration complète distribuée une fois par jour à 8 h *a.m.* Elle est hachée et composée de foin de luzerne (40%), de pulpes de betteraves surpressées et ensilées (30%) et d'aliments concentrés (30%). Le poids vif, la production laitière et la composition du lait ont été contrôlés chaque semaine.

Deux jours avant l'abattage, 0,5 g D<sub>2</sub>O/kg PV est injecté dans la veine jugulaire. Pour suivre la cinétique plasmatique de D<sub>2</sub>O, des prélèvements sanguins sont effectués à 1, 2, 4, 8, 24 et 48 h après l'injection. La concentration plasmatique de D<sub>2</sub>O est mesurée par spectrométrie infrarouge.

Le matin de l'abattage, l'état corporel est estimé aux niveaux lombaire et sternal selon la méthodologie et le protocole établis par le groupe de travail Agrimed-CIHEAM-FAO sur l'état corporel des petits ruminants (Hervieu *et al.*, 1989 ; Morand-Fehr *et al.*, 1994). Une heure avant l'abattage, 0,13 g d'urée (U)/kg PV est injecté par voie jugulaire à la chèvre. Du sang est prélevé à 0, 5, 10, 15, 18, 20, 30, 40, 45 et 60 minutes après l'injection. A l'abattage, la carcasse est dépecée suivant le processus proposé par Colomer-Rocher *et al.* (1987). Le tube digestif vidé de son contenu, puis les viscères blanches et rouges, les morceaux de la carcasse, la tête et les pieds sont broyés. Une partie aliquote est prélevée et la teneur en lipides de chaque échantillon est dosée en double par la méthode de Folch *et al.* (1957).

Pour calculer l'espace de diffusion de  $D_2O$  EDD $_2O$ , un modèle mono-compartmental a été utilisé :

$$C(t) = C_1 e^{-kt} \quad (1)$$

où  $k$  représente le *turnover* de l'eau corporelle,  $C(t)$  la concentration de  $D_2O$  à chaque instant et  $C_1$  la concentration initiale théorique du marqueur dans l'eau corporelle. L'espace de diffusion ED est alors défini par  $ED = Q/C_1$ ,  $Q$  étant la quantité injectée du traceur. Pour calculer l'espace de diffusion de l'eau corporelle par l'urée (EDU), un modèle à deux compartiments a été utilisé :

$$U_t - U_0 = C_1 \times e^{-kt} + C_2 \times e^{-k_2t} \quad (2)$$

le modèle utilisé de prédiction des lipides corporels LC est le suivant :

$$LC = a \times PV + b \times \begin{matrix} ED \ D_2O + c \\ \text{ou EDU} \\ \text{ou NEC} \end{matrix} \quad (3)$$

L'EDU a été calculé à partir de la taille ( $C_2$ ) du second compartiment de l'équation 2.

## Résultats et discussion

La Fig. 1 montre la relation entre les teneurs en LC et en eau dans le corps vide (CV). La prédiction des lipides corporels à partir de la teneur en eau est donnée par l'équation :

$$LC (\% \text{ du CV}) = 86,8 (\pm 2,6) - 1,20 (\pm 0,04) \text{ Eau } (\% \text{ du CV})$$

$$R^2 = 0,96 \quad RSD = 1,5\% \quad P < 0,0001$$

ce qui confirme la bonne précision de l'estimation des lipides corporels à partir de la teneur en eau du corps vide.

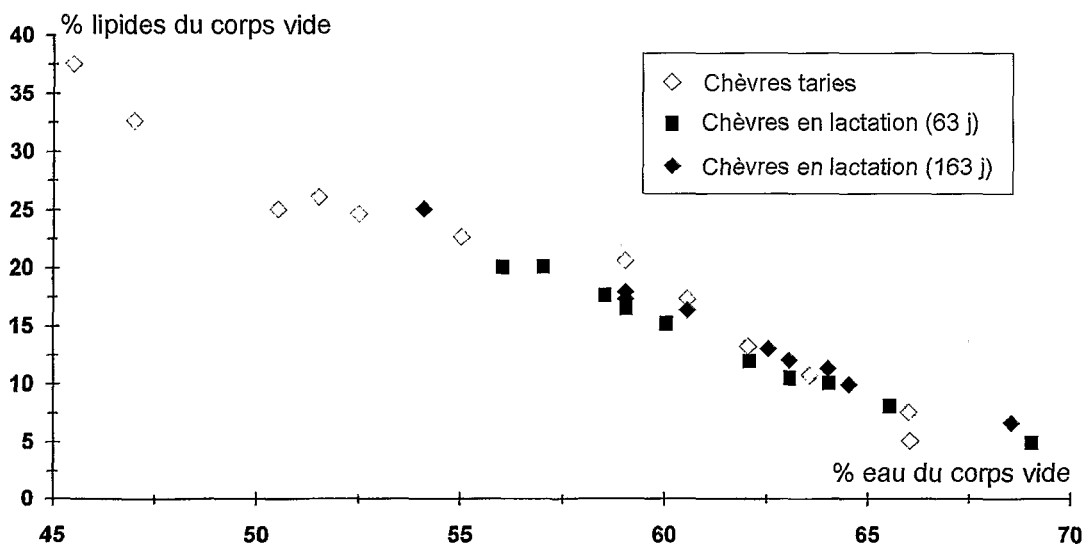


Fig. 1. Influence de l'état physiologique sur la relation entre eau et lipides corporels chez la chèvre.

La Table 1 présente les teneurs en eau, en lipides et en protéines du corps vide selon le stade physiologique des chèvres. La teneur en eau des chèvres tarées est plus basse que celles des chèvres en lactation, et celle des teneurs en lipides est significativement plus grande chez les chèvres tarées. Les teneurs en eau et en lipides du corps vide des chèvres abattues à 60 et 150 jours ne sont pas significativement différentes. En revanche, la teneur en protéines des chèvres abattues à 60 jours de lactation est significativement plus basse que celle des chèvres abattues à 150 jours, la teneur en protéines des chèvres tarées se situant entre celles des chèvres abattues à 60 et 150 jours. Les valeurs des teneurs en lipides s'expliquent par la fin de la mobilisation des réserves lipidiques à 60 jours de lactation, par la reconstitution des réserves encore très limitée à 150 jours de lactation et par une reconstitution achevée de ces réserves chez les chèvres tarées.

Table 1. Composition corporelle des chèvres tarées ou en lactation<sup>†</sup>

Lot	Teneur en eau (g/100 g CV) <sup>††</sup>	Teneur en lipides (g/100 g CV)	Teneur en protéines (g/100 g CV)
T <sup>†††</sup>	57,1 ± 20,5 <sup>a</sup>	20,5 ± 10,1 <sup>a</sup>	20,3 ± 2,6 <sup>A</sup>
L60 <sup>††††</sup>	62,5 ± 4,5 <sup>b</sup>	14,1 ± 5,8 <sup>b</sup>	18,2 ± 0,9 <sup>C</sup>
L150 <sup>†††††</sup>	60,6 ± 5,6 <sup>ab</sup>	15,2 ± 6,0 <sup>b</sup>	22,2 ± 0,8 <sup>B</sup>

<sup>†</sup>Les valeurs non affectées de lettres communes dans une colonne sont significativement différentes au seuil de  $P \leq 0,05$  (lettres minuscules) ou de  $P \leq 0,01$  (lettres majuscules)

<sup>††</sup>CV : Corps vide

<sup>†††</sup>T : lot des chèvres tarées

<sup>††††</sup>L60 : lot des chèvres abattues après 60 jours de lactation environ

<sup>†††††</sup>L150 : lot des chèvres abattues après 150 jours de lactation environ

Les variations des teneurs en protéines du CV selon le stade physiologique sont inférieures à celles en LC ; ce qui confirme une moindre disponibilité des protéines corporelles. La mobilisation des protéines étant nettement plus réduite dans le temps en début de lactation, cette mobilisation à 60 jours de lactation est déjà terminée, et peut-être déjà, une reconstitution des réserves protéiques est initiée. A 150 jours, cette dernière s'est déjà largement développée.

## Résultats obtenus avec la méthode D<sub>2</sub>O

L'eau lourde diffuse rapidement chez la chèvre puisque le *turnover* ( $h^{-1}$ ) de D<sub>2</sub>O est de 0,0062 soit environ 6,2% ( $h^{-1}$ ) tous stades physiologiques confondus. La demi-vie est d'environ 110 heures avec de fortes variations individuelles (demi-vie comprise entre 80 et 132 heures). Le *turnover* est significativement plus rapide dans le lot L60 :  $0,86 \pm 0,187\%$  ( $h^{-1}$ ) que dans le lot L150 :  $0,60 \pm 0,16\%$  ( $h^{-1}$ ) ( $P < 0,001$ ), lui-même plus important que chez les chèvres tarées :  $0,41 \pm 0,24\%$  ( $h^{-1}$ ) ( $P < 0,05$ ). Chez les chèvres tarées, le *turnover* de l'eau corporelle apparaît lié ( $r=0,84$ ) à la teneur en eau du corps vide ; cette relation n'est significative ni dans le lot L60 ( $r=0,3$ ) ni dans le lot L150 ( $r=0,5$ ).

Les relations entre l'eau du corps vide et EDD<sub>2</sub>O d'une part, et celle entre l'eau du corps entier et l'EDD<sub>2</sub>O d'autre part ne sont pas significativement influencées par le stade physiologique. En conséquence, les 32 données individuelles ont donc été traitées ensemble et les équations liant EDD<sub>2</sub>O et l'eau corporelle totale sont :

$$ECV \text{ (kg)} = 0,805 (\pm 0,038) EDD_2O \text{ (kg)} - 2,842 (\pm 1,330), R^2 = 0,93, RSD = 1,34 \text{ kg}$$

$$EPA \text{ (kg)} = 0,994 (\pm 0,040) EDD_2O \text{ (kg)}, R^2 = 0,95, RSD = 1,43 \text{ kg}$$

avec ECV = eau du corps vide et EPA = eau du corps vide + eau des contenus digestifs. Ceci conduit à des coefficients de variation résiduelle (CVR) de 5,1% pour la prédiction de ECV et de 4,2% pour celle de EPA.



La prédiction des lipides corporels EDD<sub>2</sub>O seuls ou associés au poids vif figure à la Table 2. Du fait de différences existant entre les chèvres tarées et les chèvres en lactation pour la prédiction des lipides, les équations ont été présentées séparément pour le lot T d'une part, et les lots L60 et L150 d'autre part. La précision de l'estimation des lipides à partir du poids vif apparaît très peu précise (CVR = 38% dans le lot T et les lots L60 et L150). La prédiction des lipides corporels à partir du poids vif et de EDD<sub>2</sub>O est plus précise pour les chèvres tarées (CVR = 14%, ETR = 1,32 kg) que chez les chèvres en lactation (CVR = 17%, ETR = 1,45 kg). La prédiction à partir du EDD<sub>2</sub>O et du poids du corps vide (Poids vif - contenus digestifs) permet encore d'améliorer la précision de l'estimation (ETR = 1,17 kg et 1,32 kg chez les chèvres tarées et en lactation respectivement).

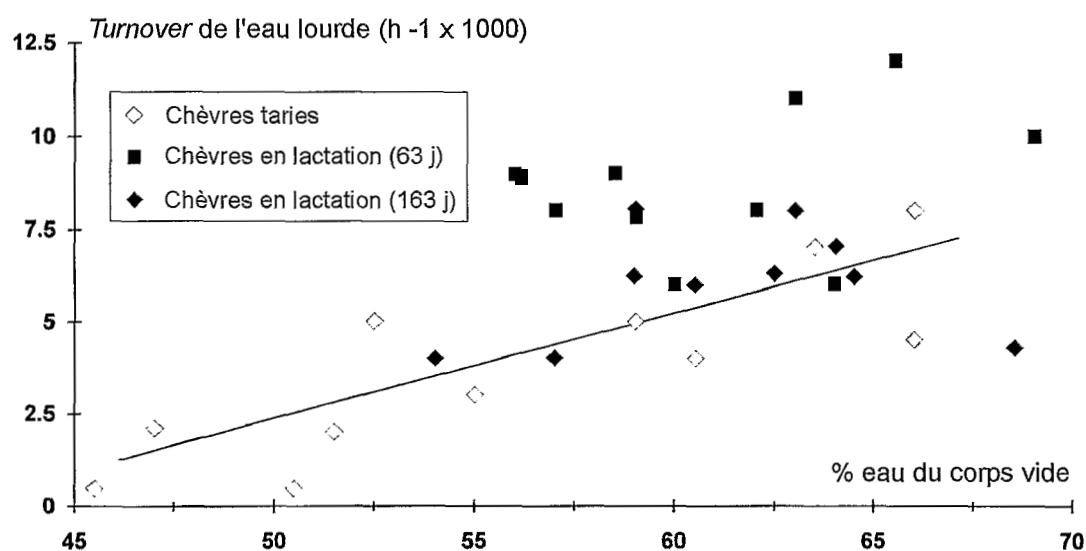


Fig. 2. Influence de l'état physiologique sur la relation entre l'eau du corps vide et le *turnover* de l'eau lourde chez la chèvre. La régression indiquée ne concerne que les chèvres tarées.

Table 2. Coefficients des équations de prédiction des lipides corporels par la méthode D<sub>2</sub>O chez la chèvre en lactation ou sèche<sup>†</sup>. Coefficients des équations (moyenne ± écart type)

Estimateur	Chèvres tarées				Chèvres en lactation			
	a	b	c	ETR <sup>††</sup>	a	b	c	ETR
Poids vif	0,469 (0,05)		-14,1 (2,7)	2,96	0,260 (0,10)		7,1 (1,3)	2,55
Poids vif EDD <sub>2</sub> O <sup>†††</sup>	1,01 (0,07)	-1,26 (0,11)		1,32	0,65 (0,08)	-0,75 (0,13)		1,45
Poids corps vide EDD <sub>2</sub> O	0,87 (0,06)	-0,82 (0,07)		1,17	0,59 (0,06)	-0,52 (0,07)		1,32

<sup>†</sup>Modèles : LC (kg) = a x Poids vif ou Poids corps vide (kg)  
+ b x EDD<sub>2</sub>O (kg)  
+ c (kg)

LC : Lipides corporels

<sup>††</sup>ETR : écart type résiduel (kg)

<sup>†††</sup>EDD<sub>2</sub>O : espace de diffusion de l'eau deutériée

## Résultats obtenus avec la méthode de l'urée

L'EDU est plus proche de l'ECV que de l'EPA. Il est égal à 105,5% (ET = 7,2%) et 108,2% (ET = 6,3%) de l'ECV et 80,4% (ET = 5,8%) et 80,0 (ET = 6,1%) de l'eau totale pour les lots L150 et T respectivement. En revanche, les valeurs de EDU du lot L60 sont nettement supérieures à celles de l'eau corporelle : 276% (ET = 1,68%) et 204% (ET = 128% de l'ECV et de l'EPA respectivement). Il semble que la relation entre l'espace de diffusion de l'urée et l'eau du corps vide subisse les interférences d'un apport azoté alimentaire élevé. En effet, elle est très médiocre chez les chèvres du lot L60 qui reçoivent 18,9 (ET = 2,8) g MAT/kg P<sup>0,75</sup> mais elle est satisfaisante avec les lots T et L150 recevant respectivement 5,0 (ET = 1,4) et 12,9 (ET = ,33) g MAT/kg<sup>0,75</sup>.

Comme le montre la Table 3, la prédiction de LC est améliorée lorsque EDU est associé au poids vif dans la régression multiple. En effet autant chez les chèvres tarées que chez les chèvres en début ou en pleine lactation, l'écart type diminue.

## Méthode utilisant les notes d'état corporel (NEC)

La Table 4 rapporte les coefficients des équations de prédiction des LC totaux des chèvres obtenues par la méthode des notes d'état corporel. Les résultats avec la note sternale (NS) sont seuls indiqués car ceux obtenus avec la note lombaire et avec la moyenne de ces deux notes sont très proches et n'améliorent pas la précision de prédiction. Les trois stades physiologiques conduisent à des coefficients significativement différents dans les équations de prédiction de LC en fonction de NS, les écarts types résiduels étant plus faibles pour les chèvres en lactation que pour les chèvres tarées. Le PV n'améliore pas significativement la prédiction des lipides corporels à chaque stade physiologique et même lorsque toutes les chèvres en lactation sont regroupées. Il améliore significativement la prévision seulement dans le cas où toutes les chèvres ont été regroupées quel que soit leur stade physiologique. En effet, ce n'est que dans le cas où l'analyse regroupe tous les stades physiologiques que le coefficient b est significatif. Ainsi dans cette analyse où le poids vif est pris en compte, les coefficients liés à NS et au poids vif sont très proches chez les chèvres tarées ou lactantes. En conséquence si on modifie la constante dans chacun de ces deux cas, la prédiction de la prévision est améliorée et les écarts types et coefficients de variation sont comparables à ceux obtenus à chaque stade physiologique. Les écarts-types et les coefficients de variation obtenus avec les notes d'état corporel sont sensiblement plus élevés que ceux de la méthode utilisant D<sub>2</sub>O mais du même ordre que ceux de la méthode à l'urée.

## Conclusion

Dans nos conditions, l'utilisation de D<sub>2</sub>O pour estimer la composition chimique des chèvres tarées, ou en lactation conduit à une précision équivalente de celle obtenue sur chèvres en lactation avec D<sub>2</sub>O (Brown et Taylor, 1986), l'eau tritiée (Dunshea *et al.*, 1988) ou avec D<sub>2</sub>O sur chevreaux en croissance (Schmidely *et al.*, 1988). Elle a cependant pour avantage d'avoir été obtenue sur des effectifs plus importants et donc de présenter une amplitude de variation des teneurs en lipides et en eau plus importante que celle des études citées ci-dessus. Elle nous a permis également d'obtenir des équations séparées pour les chèvres en lactation ou tarées.

Les valeurs des coefficients des équations apparaissent similaires à celles obtenues dans des études équivalentes (Brown et Taylor, 1986 ; Dunshea *et al.*, 1988). La précision de l'estimation des lipides corporels à partir du poids vif ou du poids vif vide apparaît faible (en moyenne plus de 2,56 kg d'écart type résiduel). La précision du modèle ne nécessitant aucun abattage ou aucune estimation des contenus digestifs ou de leur teneur en eau, est de même valeur que celles obtenues chez les bovins, ovins ou caprins (Robelin, 1977, 1982). La valeur obtenue sur chèvres en lactation (ETR = 1,45 kg) montre qu'il est nécessaire de disposer en pratique d'au moins quinze chèvres par lot lorsque des différences de 200 g de lipides entre lots veulent être mises en évidence. L'abattage permet la mesure des contenus digestifs et la détermination de leur teneur en eau améliore encore la précision de la prédiction des lipides corporels. Quand la teneur en eau des contenus digestifs est intégrée dans l'équation à base du poids vif et de EDD<sub>2</sub>O, l'écart type résiduel est amélioré de 0,20 kg chez les chèvres tarées et en lactation respectivement.

Table 3. Coefficients des équations de prédiction des lipides corporels par la méthode de l'urée chez la chèvre en lactation ou sèche<sup>†</sup>

Estimateur	Chèvres tariées						Chèvres en lactation											
	L60			L150			L60			L150								
	a	b	c	ETR <sup>††</sup>	CVR <sup>†††</sup>	(%)	a	b	c	ETR	CVR	(%)	a	b	c	ETR	CVR	(%)
Poids vif	0,470		-14,1	2,97	31		0,303		-9,32	2,35	36		0,237		-5,72	2,96	41	
	(0,068)						(0,081)						(0,080)					
Poids vif vide	0,966	-1,29	-7,9	2,31	24		0,305	-0,0031	-9,09	2,50	38		0,573	-0,699	-4,31	2,23	31	
+ EDU	(0,189)	(0,471)					(0,087)	(0,024)					(0,140)	(0,265)				

<sup>†</sup>Modèle : LC (kg) = a Poids vif (kg) + b EDU (kg) + c (kg)

LC : Lipides corporels

<sup>††</sup>ETR : écart type résiduel (kg) du modèle de prédiction

<sup>†††</sup>CVR : coefficient de variation résiduel (%) du modèle de prédiction



Table 4. Coefficients des équations de prédiction des lipides corporels des chèvres par la note sternale (NEC)<sup>†</sup>

Stade physiologique	a	b	c	ETR <sup>††</sup>	CVR <sup>†††</sup> (%)
60 j de lactation	0,83		1,06	0,31	31
150 j de lactation	0,62		0,78	0,33	34
Taries	1,34		2,09	0,42	32
Tous stades physiologiques confondus	0,62	0,16	2,17 <sup>††††</sup>	0,39	33

<sup>†</sup>Modèle : LC (kg) = a NS 0-5 + b poids vif (kg) + c (kg)

<sup>††</sup>ETR : Ecart type résiduel (kg)

<sup>†††</sup>CVR : Coefficient de variation résiduel (%)

<sup>††††</sup>Pour les chèvres en lactation, 0,70 doit être ajouté à la constante qui devient 2,87

LC : Lipides corporel

NS : Note sternale

Différents auteurs comme Agabriel *et al.* (1990) ont indiqué que la méthode utilisant l'urée comme traceur présentait dans certains cas des résultats non satisfaisants. Nos observations tendraient à indiquer que de tels résultats seraient liés à des niveaux azotés alimentaires élevés comme chez le chevreau (Schmidely *et al.*, 1991). Même si la méthode est simple et peu coûteuse, son utilisation ne peut s'envisager que dans les cas où la ration n'est pas trop riche en azote fermentescible (Bas *et al.*, 1992).

La méthode basée sur les notes d'état corporel (NEC) est simple à mettre en place en élevage, elle ne s'accompagne d'aucune contrainte d'analyse de laboratoire mais ne peut être appliquée que par des notateurs ayant subi un apprentissage précis (Morand-Fehr *et al.*, 1994).

L'échelle de notes définies dans cette méthode est satisfaisante quand elle s'applique à un stade physiologique donné. Il est préférable de tenir compte du poids vif et de l'état physiologique de la chèvre : tarie ou en lactation si cette méthode est utilisée sur un ou plusieurs cycles de reproduction. En dépit de la faiblesse des dépôts adipeux sous-cutanés et même sur la carcasse chez les caprins, on obtient des précisions de prédiction des lipides corporels très proches de ceux obtenus chez la vache (Remond *et al.*, 1988).

Quelle que soit la méthode, la prise en compte du poids vif dans les équations de prédiction améliore souvent la précision de façon significative. Ce résultat a aussi été observé par exemple dans le cas de la méthode NEC appliquée aux vaches laitières (Remond *et al.*, 1988) ou aux vaches allaitantes (Houghton *et al.*, 1990) mais il n'a pu être montré en brebis (Russel *et al.*, 1969). De toute façon, le fait que le poids vif puisse améliorer la précision de la prédiction montre que la signification de la NEC pour estimer l'état corporel peut être différente de celle du poids vif.

Si l'on compare les trois méthodes, il apparaît que la méthode utilisant le D<sub>2</sub>O est nettement plus précise que les autres et de ce fait exige un moins grand nombre d'animaux testés pour estimer la même différence d'état corporel ou de teneur en lipides corporels entre deux troupeaux. La méthode à l'urée est un peu plus précise que la méthode NEC mais elle a le grave handicap de ne pouvoir être utilisée en système intensif où l'apport azoté risque d'être supérieur aux besoins ; ce qui est souvent le cas dans les systèmes d'élevages européens.

En conclusion, la méthode NEC doit s'appliquer dans les conditions pratiques des élevages alors que la méthode au D<sub>2</sub>O doit être utilisée plutôt comme méthode de référence ou dans le cadre de travaux expérimentaux.

## Références

- Agabriel, J., Decourtenay, M.B. et Ollier, A. (1990). Utilisation de l'urée comme marqueur de l'eau corporelle chez des vaches Pie-noires. *Reprod. Nutr. Dev., Suppl. 2* : 2495-2505.
- Bartle, S.J., Kock, S.W., Preston, R.L., Wheeler, T.L. et Davis, G.W. (1987). Validation of urea dilution to estimate in vivo body composition in cattle. *J. Anim. Sci.*, 64 : 1024-1030.
- Bas, P., Chilliard, Y., Morand-Fehr, P., Schmidely, P. et Sauvant, D. (1990). Estimation *in vivo* de l'état d'engraissement des chèvres laitières à partir des méthodes de l'eau lourde ou de l'urée. *Reprod. Nutr. Dev., Suppl. 30(2)* : 253s-254s.
- Bas, P., Morand-Fehr, P. et Rouzeau, A. (1985). Weight and metabolism of goat adipose tissues during pregnancy and lactation. *Ann. Zootech.*, 34 : 483-484 (Abst.).
- Bas, P., Schmidely, P., Sauvant, D., Morand-Fehr, P. et Rouzeau, A. (1992). Analyse des causes de surestimation de l'eau corporelle de la chèvre par l'espace de diffusion de l'urée. *Ann. Zootech.*, 41 : 121-122.
- Brown, D.L. et Taylor, S.J. (1986). Deuterium oxide dilution kinetics to predict body condition in dairy goats. *J. Dairy Sci.*, 69 : 1151-1155.
- Chilliard, Y., Sauvant, D., Bas, P., Pascal, G. et Morand-Fehr, P. (1981). Importance relative et activités métaboliques des différents tissus adipeux de la chèvre laitière. Dans : *Nutrition et Systèmes d'alimentation des chèvres*. Morand-Fehr, P., Bourbouze, A. et de Simiane, M. (eds). Symp. International Tours, France, 12-15 Mai 1981, INRA-ITOVIC, France, pp. 80-89.
- Colomer Rocher, F., Morand-Fehr, P. et Kirton, A.M. (1987). Standard methods and procedures for goat carcass evaluation jointing and tissue separation. *Livestock Prod. Sci.*, 17 : 149-159.
- Dunshea, F.R., Bell, A.W., Chandler, K.D. et Trigg, T.E. (1988). A two pool model of tritiated water kinetics to predict body composition in unfasten lactating goats. *Anim. Prod.*, 47 : 435-445.
- Folch, J., Lee, S.M. et Stanley, G.H.S. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal studies. *J. Biol. Chem.*, 226 : 497.
- Hervieu, J., Colomer Rocher, F., Branca, A., Delfa, R. et Morand-Fehr, P. (1989). *Définition des notes d'état corporel des caprins*. Réseaux Agrimed et FAO de recherches coopératives sur les ovins et les caprins. p. 5.
- Honhold, N., Petit, H. et Halliwell, R.W. (1989). Condition scoring scheme for small East African goats in Zimbabwe. *Trop. Anim. Health Prod.*, 21 : 121-127.
- Houghton, P.L., Le Menager, R.P., Moss, G.E. et Hendrix, K.S. (1990). Prediction of goat *partum* beef cow body composition using weight to height ratio and visual body condition score. *J. Anim. Sci.*, 68 : 1428-1437.
- Morand-Fehr, P., Branca, A., Santucci, P.M. et Napoleone, M. (1989). Méthodes d'estimation de l'état corporel des chèvres reproductrices. Dans : *L'évaluation des Ovins et des Caprins Méditerranéens*. Flamant, J.C. et Morand-Fehr, P. (eds). Symposium Philoetios, 23-25 Sept., 1987, Fonte Boa, Portugal, Rapport EUR 11893, OPOCE, Luxembourg, pp. 202-220.
- Morand-Fehr, P., Hervieu, J. et Schmidely, P. (1994). Méthode d'estimation de l'état corporel des chèvres. I. Mise au point d'une méthode par palpation. *Small Ruminant Res.*, 14 (sous presse).
- Morand-Fehr, P., Schmidely, P., Hervieu, J. et Bas, P. (1991). Evaluation de la teneur en lipides des chèvres laitières selon leur stade physiologique par les notes d'état corporel et des paramètres zootechniques et métaboliques. *Options Méditerranéennes, Série A*, No. 13 : 69-75.

- Purroy, A., Bocquier, F. et Gibon, A. (1989). Method of estimation of body conditions in ewes. Dans : *L'évaluation des Ovins et Caprins Méditerranéens*. Flamant, J.C. et Morand-Fehr, P. (eds). Symp. Philoetios, 23-25 Sept., 1994, Fonte Boa, Portugal, Rapport EUR11893, OPOCE, Luxembourg, pp. 182-201.
- Remond, B., Robelin, J. et Chilliard, Y. (1988). Estimation de la teneur en lipides des vaches laitières Pies-Noires par la méthode de notation de l'état d'engraissement. *INRA Prod. Anim.*, 1(2) : 111-114.
- Robelin, J. (1977). *In vivo* prediction of lamb body composition using heavy water space. *Ann. Biol. Anim. Biochem. Biophys.*, 17 : 95-105.
- Robelin, J. (1982). A note on the estimation *in vivo* of body fat in cows using deuterium oxide or adipose cell-size. *Anim. Prod.*, 34 : 347-350.
- Robelin, J. et Agabriel, J. (1986). Estimation de l'état d'engraissement des bovins à partir de la taille des cellules adipeuses. *Bull. Tech. CRZV Theix, INRA*, 66 : 37-41.
- Russel, A.J.F., Doney, J.M. et Gunn, R.G. (1969). Subjective assessment of body fat in live sheep. *J. Agr. Sci., Cambridge*, 72 : 451-454.
- Santucci, P.M., Branca, A., Napoleone, M., Bouche, R., Aumont, G., Poisot, F. et Alexandre, G. (1991). Body conditions scoring of goats in extensive conditions. Dans : *Goat Nutrition*. Morand-Fehr, P. (ed.). PUDOC, Wageningen, Netherlands, pp. 240-255.
- Schmidely, P., Bas, P., Morand-Fehr, P., Rouzeau, A. et Hervieu, J. (1991). Comparaison de la méthode utilisant l'urée à d'autres méthodes indirectes d'estimation de l'état d'engraissement mesurés à l'abattage chez le chevreau mâle ou femelle alimenté au lait. *Options Méditerranéennes, Série A*, No. 13 : 13-18.
- Schmidely, P., Robelin, J., Bas, P. et Morand-Fehr, P. (1988). Estimation de l'eau corporelle à partir de l'espace de diffusion de l'eau deutériée chez le jeune chevreau mâle. *Reprod. Nutr. Dev.*, 28 : 209-210.
- Tissier, M., Thériez, M., Purroy, A. et Bocquier, F. (1983). Estimation *in vivo* de la composition corporelle de la brebis par la mesure de l'espace de diffusion de l'eau lourde. *Reprod. Nutr. Dev.*, 23 : 693-707.
- Varha, S.D. et Yadava, I.S. (1968). Body composition of Betal goats. *Indian J. Exper. Biol.*, 6 : 52-62.