

Prédiction de la composition chimique des truies reproductrices à partir du poids vif et de l'épaisseur de lard dorsal

Application à la définition des besoins énergétiques

J.Y. DOURMAD (1), M. ÉTIENNE (1), J. NOBLET (1), D. CAUSEUR (2)

Institut National de la Recherche Agronomique

(1) Station de Recherches Porcines - 35590 Saint-Gilles

(2) Station de Biométrie, 65 rue de Saint-Brieuc - 35000 Rennes

Avec la collaboration technique de M. Alix, L. Jaffrenou †, H. Renoux, P. Surel, Christiane Vachot, Nadine Mézière et Annick Blanchard

Prédiction de la composition chimique des truies reproductrices à partir du poids vif et de l'épaisseur de lard dorsal - Application à la définition des besoins énergétiques

Des équations de prédiction de la composition chimique ont été déterminées à partir de résultats de dissections et d'analyses chimiques de truies reproductrices primipares et multipares, à différents stades physiologiques (saillie, mise-bas, sevrage). Au total, 189 truies ont été disséquées et 23 d'entre elles ont été analysées chimiquement. Les équations ont été calculées par la technique de la double régression, le poids vif vide (PVV, kg) et l'épaisseur de lard dorsal (P_2 , mm) étant utilisés pour prédire la composition chimique. Les équations suivantes ont été obtenues : Lipides (kg) = $26,4 + 0,221 \text{ PVV} + 1,331 P_2$; énergie (Mcal) = $257 + 3,267 \text{ PVV} + 10,99 P_2$; Protéines (kg) = $2,28 + 0,178 \text{ PVV} - 0,333 P_2$; Minéraux (kg) = $0,58 + 0,037 \text{ PVV} - 0,081 P_2$. Ces équations peuvent être utilisées pour déterminer les variations de composition chimique des truies au cours des cycles successifs de reproduction et quantifier les apports nutritionnels nécessaires pour atteindre des objectifs de composition corporelle.

Prediction of the chemical composition of reproductive sows from their body weight and backfat depth - Utilization for determining the energy recordance

Prediction equations were determined from results of dissection and chemical analysis of primiparous and multiparous sows obtained at mating, at farrowing or at weaning. One hundred and eighty nine sows were dissected and among them, 23 were chemically analysed. The equations were calculated using the double regression technique, empty body weight (EBW, kg) and backfat depth (P_2 , mm) being used as predictors of the chemical composition. The following relationships were obtained: Lipids (kg) = $-26.4 + 0.221 \text{ EBW} + 1.331 P_2$; Energy (Mcal) = $257 + 3.267 \text{ EBW} + 10.99 P_2$; Protein (kg) = $2.28 + 0.178 \text{ EBW} - 0.333 P_2$; Minerals (kg) = $0.58 + 0.037 \text{ EBW} - 0.081 P_2$. These relationships can be used to evaluate the variations in chemical composition of sows according to their physiological stage in the successive reproductive cycles, and quantify the amounts of nutrient, especially energy, required to meet targets of body weight and backfat depth.

INTRODUCTION

Au cours des cycles successifs de reproduction, les réserves corporelles de la truie fluctuent au rythme des phases de gestation et de lactation qui se succèdent. De nombreux travaux ont montré qu'une déplétion excessive des réserves corporelles pendant la lactation est préjudiciable à ses performances de reproduction ultérieures (REESE et al., 1982, KING, 1987; PRUNIER et al. 1994). En fait, il semble exister un seuil critique en deçà duquel le retour en oestrus après sevrage est retardé et le taux de conception diminué, en particulier après la première lactation. Les causes n'en sont pas encore élucidées, mais le statut métabolique et l'état des réserves adipeuses (WHITTEMORE et MORGAN, 1990) ou protéiques (KING, 1987) au moment du sevrage paraît impliqué. A l'inverse, un poids vif élevé et un état d'engraissement trop important en fin de gestation accroissent les risques d'apparition de problèmes peri-partum et de réformes en raison de troubles de la locomotion (MICQUET et al., 1990). La plupart des effets de l'alimentation sur la reproduction semblent donc associés à des variations extrêmes des réserves corporelles (DOURMAD et al., 1994a). Il est donc important de suivre une stratégie alimentaire adaptée à chaque truie, en relation avec son propre niveau de production, son comportement et le milieu d'élevage, de façon à maintenir pendant toute la carrière les réserves corporelles dans la zone optimale permettant de limiter les troubles de la reproduction et de maximiser la longévité.

En pratique, l'estimation des réserves corporelles de la truie peut être réalisée à partir de la mesure de l'épaisseur de lard dorsal et du poids vif (WHITTEMORE et YANG, 1989; CHARETTE et al., 1993). Une méthode alternative consiste à évaluer l'état des réserves au moyen d'un système de notation basé sur la description visuelle de certains repères anatomiques ou encore par palpation (MADEC, 1977; JOHNSTON et al., 1980). Cependant, la prise en compte de ces objectifs de composition corporelle dans la détermination des apports alimentaires par l'approche factorielle (NOBLET et al. 1990), nécessite de connaître la relation entre la composition tissulaire des animaux et leur composition chimique (lipides, énergie, protéines ...). De même, dans les modèles plus déterministes de prédiction de l'utilisation des nutriments par la truie, selon la méthode classique de répartition de ces

nutriments entre les différentes dépenses (WILLIAMS et al., 1985, DOURMAD, 1987; POMAR, 1991), il importe de pouvoir estimer les variations de poids et d'épaisseur de lard dorsal, à partir des dépôts des protéines, de lipides et d'énergie issus du modèle. Cela constitue l'objectif de ce travail.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Animaux

Un total de 189 truies de race Large White a été utilisé dans cette étude. L'ensemble des truies a été disséqué au moment de l'abattage et 23 d'entre elles ont également été soumises à une analyse chimique. Ces animaux étaient issus de différentes expériences conduites à la Station de Recherches Porcines de l'INRA depuis 1981 (ÉTIENNE et NOBLET, 1984; ÉTIENNE, 1991; ÉTIENNE et al., 1991; DOURMAD et al., 1994b). La répartition des truies en fonction du numéro portée et du stade de gestation est rapportée au tableau 1.

1.2. Mesures

Les truies étaient pesées le jour de l'abattage après une période de jeûne de 16 heures, et l'épaisseur de lard dorsal était mesurée aux ultrasons à 6,5 cm de part et d'autre de la ligne médiane, au niveau de la dernière côte (USP₂). Le sang et les différents organes (mamelle, utérus, tube digestif plein, foie, reins, coeur et poumons) étaient récupérés et pesés au moment de l'abattage. Le tube digestif était ensuite vidé et pesé. Lorsque les truies étaient gestantes, l'utérus était disséqué et les porcelets et les annexes pesés. Les deux demi carcasses et la tête étaient pesées à chaud. Une mesure linéaire de l'épaisseur de lard dorsal était réalisée à l'aide d'un endoscope à 6,5 cm de la ligne médiane au niveau de la dernière côte (P₂). Après une période de ressuyage d'environ 24 heures en chambre froide (+4°C), la demi carcasse droite était pesée puis découpée selon la méthode de la découpe parisienne normalisée (DESMOULIN et al., 1988). Chaque morceau de découpe était ensuite disséqué en quatre compartiments : peau, graisses externes et internes, maigre (muscles et intermusculaire) et os. La mamelle était également disséquée en trois compartiments : glande, peau, gras.

Tableau 1 - Répartition des animaux en fonction du numéro de portée et du stade physiologique

	Truies primipares		Truies multipares (1) (4,5 portées en moyenne)	
	Mise bas	Sevrage	Saillie	Mise Bas
Truies disséquées	42	66	25	56
Truies disséquées et analysées chimiquement	7	16	-	-

(1) 4,5 portées en moyenne.

Dans le cas des truies analysées chimiquement (n=23), les différents compartiments de dissection et deux compartiments regroupant les abats blancs d'une part et les abats rouges d'autre part, étaient congelés et stockés séparément (-20°C). Ces fractions étaient ensuite broyées et homogénéisées séparément. Des échantillons étaient prélevés et lyophilisés afin de déterminer les teneurs en matière sèche, azote (méthode de Kjeldahl), énergie (calorimètre adiabatique), matières minérales, et lipides (méthode de Folch).

1.3. Calculs et analyses statistiques

Dans le cas des truies gestantes le poids vif était calculé en soustrayant au poids vif mesuré le jour de l'abattage celui des contenus utérins. Le poids vif vide (PVV) était ensuite déterminé en soustrayant le poids des contenus digestifs au poids vif ainsi corrigé. Les pertes de ressuyage étaient calculées par différence entre les poids des demi carcasses chaudes et froides, et attribuées pour 80% d'entre elles au compartiment maigre (d'après KAREGE, 1991). Les compositions tissulaire et chimique des deux demi carcasses étaient supposées identiques.

Des équations de prédiction de la composition chimique à partir des résultats de dissection ont été calculées par régression multiple progressive (SAS, 1988). De même, sur les truies gestantes au moment de l'abattage (n = 98), on a calculé les relations entre le poids des contenus utérins (placentas, liquides, poids total) et le poids et le nombre des porcelets à la naissance.

En raison de la structure des données (189 truies disséquées dont seulement 23 analysées chimiquement), il n'était pas

possible d'utiliser directement la régression pour prédire les différents critères de composition chimique à partir des variables mesurables sur l'animal vivant (PVV et P₂). Aussi, nous avons appliqué la méthode dénommée « double régression » proposée par ENGEL et WALSTRA (1991) et utilisée par DAUMAS et DHORNE (1994) pour l'établissement des équations de prédiction de la teneur en muscle des carcasses de porcs à l'abattage. Cette méthode adaptée par CAUSEUR et DHORNE (1997) consiste à enchaîner successivement trois étapes :

- une régression sur le sous échantillon des animaux analysés chimiquement entre la variable à prédire (Y), les variables prédictives (PVV et P₂) et une ou plusieurs variables concomitantes Z_{1..i};
- une régression sur l'ensemble des animaux entre la ou les variables concomitante(s) Z_{1..i} et les prédictives (PVV et P₂)
- la combinaison des deux équations pour établir la relation entre Y et les prédictives PVV et P₂.

L'écart-type résiduel de cette dernière relation est calculé sur la base de l'estimateur sans biais proposé par CAUSEUR et DHORNE (1997).

2. RÉSULTATS

2.1. Composition corporelle

Les résultats de composition corporelle des truies en fonction du stade d'abattage et du numéro de portée sont présentés au tableau 2. En moyenne le poids vif, le poids vif vide et le

Tableau 2 - Composition corporelle moyenne des truies en fonction du stade d'abattage et du numéro de portée (1)

	Truies primipares		Truies multipares	
	Mise bas	Sevrage	Saillie	Mise bas
Poids vif , kg (2)	180,1 ± 16,0	162,9 ± 12,9	211,2 ± 25,8	247,3 ± 20,0
Poids vif vide , kg	176,0 ± 15,9	157,5 ± 13,0	205,8 ± 25,4	242,4 ± 20,0
P₂ , mm	23,6 ± 4,8	20,4 ± 4,2	18,7 ± 6,7	24,4 ± 5,2
Carcasse , kg	138,4 ± 12,9	124,5 ± 11,5	173,5 ± 23,2	194,2 ± 17,6
Tube digestif vide , kg	6,30 ± 0,60	6,97 ± 0,72	7,99 ± 1,10	8,29 ± 1,03
Contenus digestifs , kg	4,14 ± 1,50	5,42 ± 1,52	5,35 ± 1,65	4,83 ± 2,30
Foie , kg	2,29 ± 0,31	2,22 ± 0,28	2,42 ± 0,37	2,84 ± 0,40
Reins , kg	0,39 ± 0,04	0,39 ± 0,05	0,51 ± 0,15	0,49 ± 0,05
Sang , kg	6,35 ± 0,88	6,11 ± 0,84	7,09 ± 0,92	8,65 ± 1,23
Abats rouges , kg	2,62 ± 0,54	2,63 ± 0,55	4,01 ± 0,52	4,13 ± 0,50
Tractus génital , kg	6,24 ± 1,45	0,99 ± 0,21	1,54 ± 0,44	6,42 ± 1,65
Utérus , kg	4,30 ± 0,98	0,26 ± 0,07	0,55 ± 0,24	4,30 ± 0,90
Mamelle , kg	8,38 ± 2,34	8,48 ± 1,36	4,32 ± 1,11	10,71 ± 3,71
Tête+pieds , kg	12,1 ± 1,0	11,6 ± 1,2	16,6 ± 2,0	16,8 ± 1,5
Dissection , kg				
Maigre	80,0 ± 8,6	71,3 ± 7,5	104,5 ± 13,7	113,1 ± 9,5
Gras	29,4 ± 5,3	25,0 ± 5,4	27,9 ± 12,0	41,9 ± 10,4
Peau	6,5 ± 0,9	6,5 ± 0,6	9,6 ± 1,7	9,8 ± 1,5
Os	12,0 ± 1,2	11,6 ± 1,2	16,6 ± 2,2	16,4 ± 1,5

(1) Moyenne ± écart-type

(2) Poids vif corrigé des contenus utérins dans le cas des truies abattues en fin de gestation.

pois de carcasse sont plus élevés chez les truies multipares que chez les primipares, et à la mise-bas qu'à la saillie ou au sevrage. Le poids vif vide est fortement corrélé au poids vif et peut être prédit à partir de ce dernier à l'aide de relation suivante :

$$PVV = a \text{ Pvf corrigé}^{1,013} \quad R^2 = 0,99$$

où $a = 0,905$ au sevrage et $a = 0,912$ à la mise-bas ou à la saillie.

Le poids des contenus utérins, déterminé à 111 (+ 2) j de gestation, s'élevé en moyenne à 18,9 kg; les foetus, les placentas et les liquides représentant respectivement 75, 9 et 16 % du poids total. Le poids des placentas, des liquides et de l'ensemble des contenus utérins peut être prédit à partir de celui de la portée à l'aide des relations suivantes:

$$\begin{aligned} \text{Contenus utérins (kg)} &= 0,3 + 1,329 \text{ poids de portée (kg)} & R^2 &= 0,96 \\ \text{Placenta (kg)} &= -0,2 + 0,227 \text{ poids de portée (kg)} & R^2 &= 0,80 \\ \text{Liquides (kg)} &= -0,2 + 0,143 \text{ poids de portée (kg)} & R^2 &= 0,40 \end{aligned}$$

L'épaisseur de lard dorsal est voisine chez les primipares et les multipares, mais elle est plus élevée à la mise-bas qu'à la

saillie ou au sevrage. A la mise-bas, le tissu adipeux représente 23% du poids de la carcasse sans tête aussi bien chez les truies primipares que chez les multipares. A la saillie et au sevrage, cette valeur est plus faible, respectivement 22% et 18% pour les primipares et les multipares.

2.2. Composition chimique

Les résultats moyens de composition chimique des 23 truies analysées sont rapportés au tableau 3. Les lipides, les protéines, l'eau et les minéraux représentent respectivement 22,2, 15,3, 58,3 et 3,0 % du poids vif vide. Les équations de prédiction de la composition chimique à partir des résultats de dissection sont présentées au tableau 4. La précision de la prédiction est très satisfaisante pour l'énergie, les lipides, la matière sèche et l'eau ($R^2 > 0,95$). Elles est légèrement moins bonne dans le cas des protéines ($R^2 = 0,87$) et des minéraux ($R^2 = 0,81$).

Les relations obtenues par double régression entre la composition chimique et le poids vif vide et l'épaisseur de lard dorsal sont présentées au tableau 5. A épaisseur de lard constante, l'augmentation de 1 kg du poids vif vide est

Tableau 3 - Moyenne et écart-type des principales variables de composition corporelle et de composition chimique des truies analysées (n=23)

	Moyenne	Écart-type	Mini	Maxi
Poids vif , kg	164,2	18,4	136,5	208,0
Poids vif vide , kg	159,6	18,4	133,5	203,2
P₂ , mm	20,4	4,8	13,0	31,0
Carcasse , kg	126,7	15,0	106,5	153,9
Tête + pieds , kg	11,6	1,1	9,9	14,7
Dissection				
Maigre, kg	74,2	9,7	59,5	91,0
Gras, kg	24,0	6,3	13,8	38,6
Peau, kg	6,6	0,9	4,6	8,4
Os, kg	11,3	1,1	8,8	13,6
Composition chimique				
Énergie, Mcal	485,1	86,6	343,2	645,6
Lipides, kg	35,5	8,2	22,5	52,7
Protéines, kg	24,4	3,1	18,3	30,8
Minéraux, kg	4,8	0,6	3,6	6,2
Eau, kg	93,1	12,3	72,5	118,8

Tableau 4 - Équations de prédiction de la composition chimique des truies à partir des résultats de dissection partielle (kg) de la carcasse (n=23)

Variable	Équation	ETR (1)	R ²
Énergie , Mcal	= 25,4 + 11,61 gras + 2,43 maigre	16,4	0,97
Lipides , kg	= 5,11 + 1,26 gras	1,98	0,95
Protéines , kg	= 3,37 - 0,092 gras + 0,313 maigre	1,14	0,87
Minéraux , kg	= -0,8 + 0,035 maigre + 0,264 os	0,29	0,81
Matière sèche , kg	= 6,0 + 1,145 gras + 0,445 maigre	2,02	0,96
Eau , kg	= -5,0 - 1,123 gras - 0,421 maigre + 0,98 PVV	2,06	0,98

(1) ETR : Écart-type résiduel

Tableau 5 - Équations de prédiction (1) de la composition chimique des truies à partir du poids vif vide (PVV, kg) et de l'épaisseur de lard dorsal (P_2 , mm)

Variable	Équation	Variabiles (2) intermédiaires	ETR (3)
Lipides, kg	$= -26,4 (\pm 4,5) + 0,221 (\pm 0,030) PVV + 1,331 (\pm 0,140) P_2$	gras	6,1
Énergie, Mcal	$= -257 (\pm 38) + 3,267 (\pm 0,268) PVV + 10,99 (\pm 1,18) P_2$	gras, maigre	49,8
Protéines, kg	$= 2,28 (\pm 2,22) + 0,178 (\pm 0,017) PVV - 0,333 (\pm 0,067) P_2$	maigre	1,9
Minéraux, kg	$= 0,58 (\pm 0,61) + 0,037 (\pm 0,005) PVV - 0,081 (\pm 0,018) P_2$	os, maigre	0,5
MS, kg	$= -23,6 (\pm 4,4) + 0,449 (\pm 0,031) PVV + 0,919 (\pm 0,135) P_2$	gras, maigre	5,2
Eau, kg	$= 23,6 (\pm 4,4) + 0,551 (\pm 0,031) PVV - 0,919 (\pm 0,135) P_2$	gras, maigre	5,2

(1) Ces équations ont été calculées par double régression sur un effectif total de 189 truies disséquées et un sous échantion analysé chimiquement de 23 truies.

(2) Variable(s) intermédiaire(s) utilisée(s) dans la double régression.

(3) ETR : Écart-type résiduel. L'écart-type résiduel de l'équation combinée est calculé sur la base de l'estimateur sans biais proposé par CAUSEUR et DHORNE (1997).

constituée de 196 g de lipides, 165 g de protéines, 34 g de minéraux et 551 g d'eau. L'accroissement de 1 mm de l'épaisseur de lard dorsal (P_2), à poids vif constant, s'accompagne d'une augmentation du poids de lipides de 1,331 kg, et une diminution du poids de protéines et d'eau de respectivement 333 et 920 g.

3. DISCUSSION

Le poids vif et l'épaisseur de lard dorsal ont été utilisés dans plusieurs études pour prédire la composition tissulaire ou la composition chimique de porcs à l'engrais (BLACK et al., 1986; ROOK et al., 1987) ou de truies reproductrices (WHITTEMORE et YANG 1989; KING et al., 1986, EVERTS et al., 1994). L'épaisseur de lard est généralement mesurée au même site que celui retenu dans notre étude (P_2), mais des modalités et/ou des matériels divers peuvent être utilisés. Les équations proposées ici sont basées sur une mesure du gras dorsal (peau + gras) réalisée sur la carcasse le jour de l'abattage, à l'aide d'un endoscope. La précision finale de la prédiction sera donc également liée à la précision et la répétabilité de la mesure in vivo, qui dépendent à la fois de l'appareil utilisé et de l'opérateur (SIMMINS et GREEN, 1983). Il est donc important de bien calibrer cet appareil pour les mesures sur l'animal vivant et de limiter la variabilité liée à l'effet opérateur. Dans notre étude, la mesure sur la carcasse (P_2) était bien corrélée mais légèrement supérieure à la mesure in vivo (USP_2) ($P_2 = 0,09 + 1,22 USP_2$; $R^2 = 0,82$). Des relations similaires entre P_2 et USP_2 ont été obtenue par KING et al. (1986) et WHITTEMORE et al. (1980).

Des équations de prédiction de la composition chimique des truies reproductrices à partir du poids vif et de l'épaisseur de lard dorsal ont déjà été proposées par KING et al. (1986), WHITTEMORE et YANG (1989) et EVERTS et al. (1994). Dans l'étude de KING et al. (1986), les équations étaient basées sur des mesures réalisées avec des truies pri-

mipares au sevrage ($n=18$), alors que dans le travail de WHITTEMORE et YANG (1989) et celui de EVERTS et al. (1994) il s'agissait de truies primipares à la saillie et au sevrage et de truies multipares au sevrage ($n=42$ et $n=45$, respectivement dans les 2 études). L'effectif total considéré dans notre étude est donc plus important ($n=189$) et plus diversifié que dans les études précédentes, dans la mesure où sont concernées à fois des truies primipares et multipares, et des truies à la saillie, au sevrage et avant mise-bas. Cependant l'effectif réellement disséqué est équivalent ou inférieur à celui des autres essais. Les équations obtenues dans ces différents travaux sont voisines, bien que EVERTS et al. (1994) notent un effet généralement plus marqué de l'épaisseur de lard dorsal. Ceci s'explique peut-être par le critère retenu pour estimer l'épaisseur de lard dorsal. Dans l'étude de EVERTS et al. (1994) il n'est pas clair s'il s'agit de P_2 ou USP_2 , alors que la valeur de P_2 est utilisée dans les autres travaux. La précision des estimations, mesurée par l'écart-type résiduel, est voisine dans les différentes études pour les quantités de protéines, (1,4 à 1,8 kg), d'énergie (126 à 186 Mcal) et d'eau (4 à 5 kg). L'écart-type résiduel obtenu pour la quantité de lipides (5,8 kg) est voisin de celui mesuré par WHITTEMORE et YANG (1989) (5,2 kg), mais supérieur aux valeurs obtenues par EVERTS (1994) et KING et al. (1986), sûrement en raison d'une plus grande variabilité dans l'état physiologique des animaux (truies en fin de gestation et au sevrage). La technique de la double régression a permis d'améliorer la précision de l'estimation des paramètres des différentes équations. En effet, par rapport à des équations obtenues sur le seul sous échantillon des 23 truies analysées chimiquement, la précision est multipliée par 6 pour les lipides et l'énergie, par 5 pour la matière sèche et l'eau et par 2,6 pour l'azote.

Afin de comparer ces équations à celles disponibles dans la bibliographie, nous les avons utilisées pour déterminer la composition du gain net de gestation dans l'étude de YANG et al. (1989). Les estimations obtenues sont généralement assez proches. Ainsi, le gain de lipides, estimé à 21,4 kg

par notre équation, s'élève à respectivement 23,2, 21,2 et 18,2 kg à partir des équations de KING et al. (1986), de WHITTEMORE et YANG (1989) et de EVERTS (1994). De même, dans le cas des protéines et de l'énergie, les valeurs estimées par notre équation (8,75 kg et 1110 Mcal) sont voisines des valeurs obtenues par WHITTEMORE et YANG (1989) (10,4 kg et 1100 Mcal) et EVERTS (1994) (9,7 kg et 940 Mcal). Par contre, des écarts plus importants entre les différents auteurs sont observés pour la prédiction de la valeur absolue de la quantité de lipides corporels. L'équation que nous proposons tend à prédire des teneurs en lipides plus faibles, surtout pour les truies primipares, alors que l'équation de KING et al. (1986) donne des valeurs plus élevées.

Les différentes équations proposées ici peuvent servir à quantifier selon la méthode factorielle (NOBLET et al., 1990), les besoins énergétiques de la truie gestante, en fonction d'un objectif de poids vif et d'épaisseur de lard à la mise-bas. A titre d'illustration, on peut calculer le besoin énergétique d'une truie en seconde portée pesant respectivement 180 kg à la saillie et 245 kg avant mise-bas, soit 212 kg en moyenne en gestation. La taille de la portée est supposée de 11 porcelets (soit 15 kg de poids de portée) et le gain net est fixé à 45 kg, afin d'atteindre un poids de 225 kg après mise-bas, objectif fixé pour une truie en seconde portée. L'épaisseur de lard à la saillie est de 20 mm et l'objectif à la mise-bas de 22 mm. Selon l'équation présentée au tableau 5, ceci représente une quantité d'énergie dans les tissus maternels de 535 Mcal à la saillie et un objectif de 705 Mcal après mise-bas, soit une rétention de 170 Mcal sur l'ensemble de la gestation. Ces

réserves sont reconstituées avec un rendement moyen de l'EM de 0,77. La quantité d'énergie fixée dans les contenus utérins est de 1,3 Mcal / kg de porcelet, le rendement de l'EM pour ces dépôts étant d'environ 0,50 (NOBLET et al., 1990).

Besoin d'entretien	$(212)^{0,75} \times 105 = \dots\dots\dots$	5850 kcal EM/j
Besoin pour la croissance utérine		
. poids de la portée	15 kg	
. énergie fixée	$15 \times 1,3 = 19,5$ Mcal	
. besoin en EM	$19,5 / 0,50 = 40,6$ Mcal EM	
. besoin journalier	$40,6 / 114 = \dots\dots\dots$	360 kcal EM/j
Besoin pour la croissance maternelle		
. gain net	45 kg, 2 mm de P ₂	
. énergie fixée	$(705 - 535) = 170$ Mcal	
. besoin en EM	$170 / 0,77 = 220$ Mcal EM	
. besoin journalier	$220 / 114 = \dots\dots\dots$	1930 kcal EM/j
Besoin total	$\dots\dots\dots$	8140 kcal EM/j
	$\dots\dots\dots$	8480 kcal ED/j

Cette même approche est illustrée au tableau 6 pour des truies en seconde ou en cinquième portées, ayant mobilisé leurs réserves corporelles au cours de la lactation précédente de façon modérée ou importante. Elle permet de mieux prendre en compte l'état initial des réserves corporelles, dans l'estimation des besoins de la truie en gestation. D'une façon plus générale ces équations pourront être utilisées dans les modèles de prédiction de la réponse des truies aux apports nutritionnels, aussi bien en gestation qu'en lactation, les variations de poids et d'épaisseur de lard dorsal étant estimées à partir des dépôts ou de la mobilisation de lipides, d'énergie et de protéines.

Tableau 6 - Estimation des besoins énergétiques moyens en gestation en fonction de l'état des réserves corporelles à la saillie et de l'objectif à la mise bas

Numéro de portée	2		5	
	faible	élevée	faible	élevée
Mobilisation en lactation				
Saillie				
Poids	180	160	250	230
Épaisseur de lard dorsal	20	15	20	15
Objectif après mise bas				
Poids	225	225	265	265
Épaisseur de lard dorsal	22	22	22	22
Besoin énergétique				
Entretien, Mcal EM/j	5,85	5,64	6,97	6,78
Réserves, Mcal EM/j	1,93	3,30	0,82	2,19
Portée, Mcal EM/j	0,36	0,36	0,40	0,40
Aliment, kg/j (1)	2,78	3,17	2,79	3,20

(1) Pour une teneur en énergie de l'aliment de 3050 Kcal ED/kg

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BLACK J.L., CAMPBELL R.G., WILLIAMS I.H., JAMES K.J., DAVIES G.T., 1986. *Research and Development in Agriculture*, 3, 121-145.
- CAUSEUR D., DHORNE T., 1997. *Biometrics* (sous presse).
- CHARETTE R., BIGRAS-POULIN M., MARTINEAU G.P., 1993. *Journées Rech. Porcine en France*, 25, 101-106.
- DAUMAS G., DHORNE T., 1994. *Journées Rech. Porcine en France*, 26, 151-156.
- DESMOULIN B., ÉCOLAN, P., BONNEAU M., 1988. *INRA Prod. Anim.*, 1, 59-64.
- DOURMAD J.Y., ÉTIENNE M., PRUNIER A., NOBLET J., 1994a. *Livest Prod. Sci.*, 40, 87-97.
- DOURMAD J.Y., 1987. *Journées Rech. Porcine en France*, 19, 203-214.
- DOURMAD J.Y., ÉTIENNE M., NOBLET J., 1994b. *Journées Rech. Porcine en France*, 26, 277-284.
- ENGEL B., WALSTRA P., 1991. *Biometrics*, 47, 13-20.
- ÉTIENNE M., 1991. *Journées Rech. Porcine en France*, 23, 69-74.
- ÉTIENNE M., DOURMAD J.Y., BARRIOS A., NOBLET J., 1991. *Journées Rech. Porcine en France*, 23, 75-84.
- ÉTIENNE M., NOBLET J., DESMOULIN B., 1984. *Reprod. Nutr. Dev.* 25, 341-344.
- EVERTS H., 1994. Nitrogen and energy metabolism of sows during several reproductive cycles in relation to nitrogen intake. PhD Thesis, Wageningen, Les Pays Bas, 156 p.
- JOHNSTON L.J., ORR D.E., TRIBBLE L.F., CLARCK J.R., 1987. *J. Anim. Sci.*, 64, 36-42.
- KAREGE C., 1991. Influence de l'âge et du sexe sur l'utilisation de l'énergie et la composition corporelle chez le porc en croissance. PhD Thesis. Université de Montpellier, France, 253 p.
- KING R.H., 1987. *Pig News and Info.*, 8, 15-22.
- KING R.H., SPEIRS E., ECKERMAN P., 1986. *Anim. Prod.*, 43, 167-170.
- MADEC, 1977. Le syndrome de la truie maigre. Mémoire de fin d'études, ENSA, Rennes, France.
- MICQUET J.M., MADEC F., PABOEUF F., 1990. *Journées Rech. Porcine en France*, 22, 325-332.
- NOBLET J., DOURMAD J.Y., ÉTIENNE M., 1990. *J. Anim. Sci.*, 68, 562-572.
- POMAR C., DEWEY L.H., MINVIELLE F., 1991. *J. Anim. Sci.*, 69, 1489-1502.
- PRUNIER A., DOURMAD J.Y., ÉTIENNE M., 1994. *Livest. Prod. Sci.*, 37, 185-196.
- REESE D.E., MOSER B.D., PEO E.R., LEWIS A.J., ZIMMERMANN D.R., KINDER J.E., STROUP W.W., 1982. *J. Anim. Sci.*, 55, 867-872.
- ROOK A.J., ELLIS M., WHITTEMORE, C.T., PHILLIPS, P., 1987. *Anim. Prod.*, 44, 263-273.
- SIMMINS P.H., GREEN J.C., 1983. *Anim. Prod.*, 36, 518 (Abstr.)
- WHITTEMORE C.T., FRANKLIN M.F., PEARCE B.S., 1980. *Anim. Prod.*, 31, 183-190.
- WHITTEMORE C.T., MORGAN C.A., 1990. *Livest. Prod. Sci.*, 26, 1-37.
- WILLIAMS I.H., CLOSE W.H., COLE D.J.A., 1985. in: Cole D.J.A. (Ed) *Recent advances in animal nutrition*, Nottingham, pp. 133-147.
- YANG H., EASTHAM P.R., PHILLIPS P., WHITTEMORE C.T., 1989. *Anim. Prod.*, 48, 181-201.