
1. Détermination des besoins énergétiques

Peter Stoll

Les besoins énergétiques sont généralement déterminés selon la méthode factorielle qui distingue entre besoins d'entretien et besoins de production. Les besoins d'entretien expriment la quantité d'énergie indispensable à l'organisme pour maintenir ses fonctions essentielles et une activité physique minimale. Les besoins de production représentent l'énergie nécessaire à la croissance du jeune porc, au développement des fœtus et des autres produits de la gestation de la femelle gravide et à la production laitière de la truie allaitante. Il faut par ailleurs tenir compte, de cas en cas, de l'énergie utilisée pour constituer des réserves corporelles (pendant la gestation, par exemple), déployer une activité supplémentaire ou supporter de basses températures (si détention en plein air, par exemple).

1.1 Porcelets

Les besoins d'entretien du porcelet sont estimés selon la formule

$$EMP_E \text{ (MJ/jour)} = 0.709 \times PV^{0.569} \quad (1)$$

(Halter 1984). On convertit l'énergie métabolisable (EMP) en EDP ou vice-versa, à l'aide du facteur 0.96 (ARC 1981; $EMP = EDP \times 0.96$).

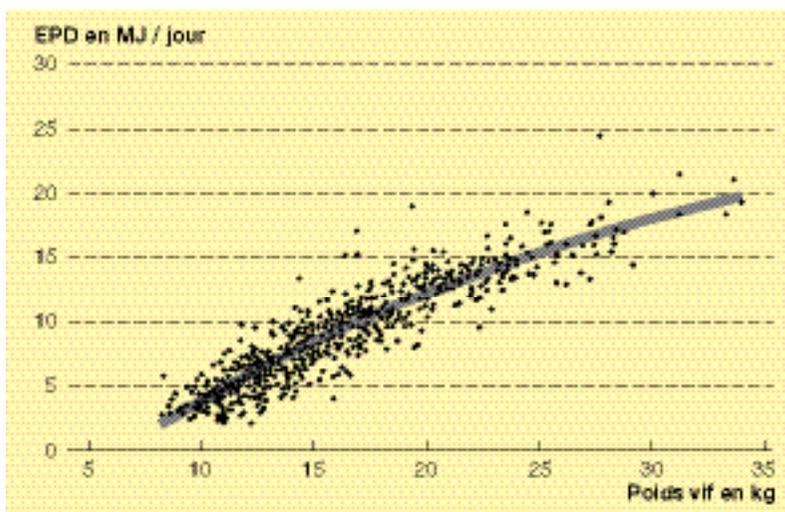
La croissance du jeune porc se caractérise surtout par le croît protéique et le croît lipidique. L'ingestion alimentaire, c'est-à-dire l'ingestion des nutriments via l'alimentation, et la composition nutritionnelle de la ration déterminent si le potentiel génétique disponible quant au croît protéique est exploitable. Le profil des acides aminés des protéines alimentaires et le rapport matière azotée/énergie jouent ici un rôle clé.

En général, les porcelets sont nourris à volonté, ce qui nous dispense de calculer des plans alimentaires à leur intention. S'ils sont en bonne santé et si leur alimentation correspond aux indications données dans les chapitres suivants, leur ingestion journalière d'énergie n'est guère influençable de manière significative, puisque le porcelet ingère, avec une concentration normale en énergie de la ration (> 13 MJ EDP par kg), jusqu'à satiété en énergie. La quantité journalière d'énergie ingérée peut être calculée à l'aide d'une régression (2) simpli-

fiée. Ces chiffres se réfèrent aux conditions présentes en cas d'alimentation sèche. En cas d'alimentation humide, on observe des ingestions d'énergie plus élevées (voir aussi chapitre 6.2).

$$\text{EDP (MJ/jour)} = -8.2206 + 135.57 \times \frac{\text{PV}}{100} - 143.62 \times \left(\frac{\text{PV}}{100}\right)^2$$
$$r^2 = 0.839 \quad (2)$$

Figure 1. Porcelets sevrés: ingestion d'énergie (EDP) estimée en fonction du poids vif.



Une fois déterminée l'ingestion d'énergie en fonction d'un certain poids vif, on peut estimer les gains quotidiens (GQ) correspondants à l'aide de la régression (3).

$$\text{GQ (g)} = -103.13 + 109.99 \times \frac{\text{PV}}{10} + 428.30 \times \frac{\text{EDP}}{10} - 83.52 \times \left(\frac{\text{EDP}}{10}\right)^2$$
$$r^2 = 0.811 \quad (3)$$

1.2 Porcs à l'engrais

Les lignées utilisées actuellement présentent un très haut potentiel génétique quant au croît protéique. Les femelles, qui ont moins tendance à engraisser que les castrats, pourraient donc être nourries à volonté. Mais dans la plupart des cas, on ne peut pas engraisser les animaux séparément, selon leur sexe. C'est pourquoi, l'alimentation des porcs à l'engrais est généralement rationnée. De ce fait, les performances des animaux varient énormément.

Ces variations relèvent non seulement de la quantité quotidienne d'aliment distribuée mais aussi de la composition de la ration, des pertes dues au gaspillage, de l'état de santé des animaux et du mode de détention.

La pression engendrée par la nécessité de simplifier, par exemple, d'utiliser un petit nombre d'aliments pour plusieurs catégories d'animaux ou groupes d'âge, aboutit – sur le terrain – à de fréquents compromis qui ne permettent pas une couverture optimale des besoins.

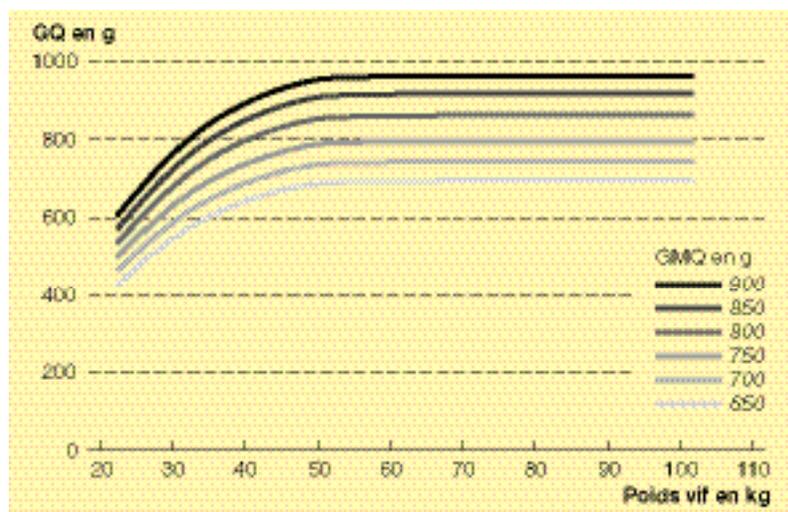
Figure 2. Les performances sont non seulement déterminées par la quantité quotidienne d'aliment, la composition de la ration et l'état de santé des animaux, mais également par le mode de détention.



Le rapport entre l'ingestion d'énergie et la croissance des animaux a été établi par le biais de plusieurs essais réalisés en conditions conventionnelles (détention en porcherie, sans parcours extérieur). La méthode factorielle (distinction entre besoins d'entretien et besoins de production) n'a pas été utilisée ici. En fait, cette différenciation ne revêt aucune importance pour l'engraisseur. On a donc directement adapté un modèle aux données des essais. La quantité d'énergie distribuée a été déterminée en fonction du poids vif et du gain moyen quotidien.

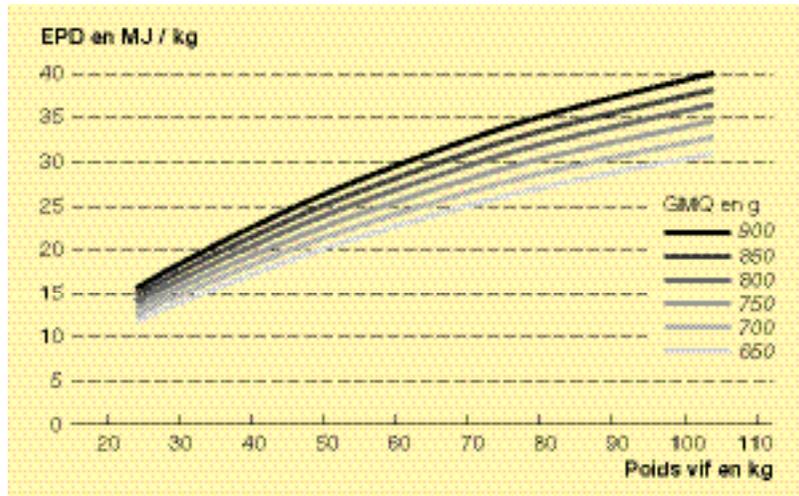
Les apports énergétiques recommandés selon le niveau des performances et le poids des animaux (figure 4) se fondent sur les courbes de croissance représentées dans la figure 3, qui permettent de minimaliser les quantités d'aliments nécessaires par kg de gain quotidien.

Figure 3. Porcs à l'engrais: courbes de croissance à différents niveaux de performances.



Les apports énergétiques recommandés en fonction des performances moyennes visées peuvent être estimés avec une précision suffisante à l'aide d'une régression linéaire multiple, pour des poids vifs de 24 à 102 kg.

Figure 4. Porcs à l'engrais: apports en EDP recommandés en fonction du poids vif, à différents niveaux de performances, selon figure 3, lors de détention en porcherie sans parcours.



La régression (4) établit le rapport entre l'EDP et le poids vif des animaux. Avec la régression (5), on évalue l'EDP en fonction du temps t (en jours). Les coefficients y relatifs sont indiqués dans le tableau 1 resp. dans le tableau 2.

$$\text{EDP (MJ/jour)} = b_0 + b_1 \times \left(\frac{\text{PV}}{100}\right) + b_2 \times \left(\frac{\text{PV}}{100}\right)^2 + b_3 \times \left(\frac{\text{PV}}{100}\right)^4 \quad (4)$$

$$\text{EDP (MJ/jour)} = c_0 + c_1 \times \left(\frac{t}{100}\right) + c_2 \times \left(\frac{t}{100}\right)^2 + c_3 \times \left(\frac{t}{100}\right)^4 \quad (5)$$

Tableau 1. Porcs à l'engrais: coefficients de régression (b_0 à b_3) pour l'estimation des besoins en énergie digestible porc (équation 4), pour différents gains moyens quotidiens, en fonction du poids vif (en kg), lors de détention en porcherie sans parcours.

GMQ en g	b_0	b_1	b_2	b_3
650	- 0.37	65.23	- 42.89	9.43
700	- 0.26	66.11	- 43.32	10.05
750	- 0.20	67.83	- 43.94	10.54
800	- 0.17	69.91	- 44.30	10.65
850	- 0.20	72.42	- 44.57	10.33
900	- 0.30	75.26	- 44.67	9.38

Exemple de calcul: apports recommandés en EDP pour un porc à l'engrais de 40 kg de poids vif et un gain moyen quotidien de 750 g, détenu en porcherie sans parcours.

$$\begin{aligned}
 \text{EDP} &= - 0.20 + 67.83 \times \left(\frac{40}{100}\right) - 43.94 \times \left(\frac{40}{100}\right)^2 + 10.54 \times \left(\frac{40}{100}\right)^4 \\
 &= 20.17 \text{ MJ / jour}
 \end{aligned}$$

Il est plus difficile de déterminer les apports énergétiques recommandés pour les animaux disposant d'un parcours. Les données relatives à leurs performances varient d'autant plus qu'elles sont influencées par d'autres facteurs tels que l'activité physique (topographie, culture pastorale), les températures extérieures hors zone neutre, la situation quant aux parasites, etc. Nous nous en tenons donc aux normes définies pour les animaux détenus dans des porcheries sans parcours, que nous majorons généralement de 5% (Stoll 2000). Cette majoration peut atteindre 10 à 15% dans certains cas particuliers (importante activité de fouissage sur cultures sarclées, par exemple, ou conditions atmosphériques extrêmes) (Stoll 1992, 1995, 1996).

Tableau 2. Porcs à l'engrais: coefficients de régression (c_0 à c_3) pour l'estimation des besoins en énergie digestible porc (équation 5), pour différents gains moyens quotidiens, en fonction du temps t , lors de détention en porcherie sans parcours.

GMQ en g	c_0	c_1	c_2	c_3
650	12.34	25.27	- 8.81	0.74
700	12.62	27.64	- 10.18	1.26
750	13.05	30.43	- 11.43	1.77
800	13.52	33.74	- 12.76	2.22
850	14.04	37.48	- 14.01	2.15
900	14.58	41.71	- 15.31	1.06

Exemple de calcul: apports recommandés en EDP pour un porc à l'engrais dont le gain moyen quotidien est de 750 g au 30^e jour (détention en porcherie, sans parcours).

$$\begin{aligned}
 \text{EDP} &= 13.05 + 30.43 \times \left(\frac{30}{100}\right) - 11.43 \times \left(\frac{30}{100}\right)^2 + 1.77 \times \left(\frac{30}{100}\right)^4 \\
 &= 21.16 \text{ MJ/jour}
 \end{aligned}$$

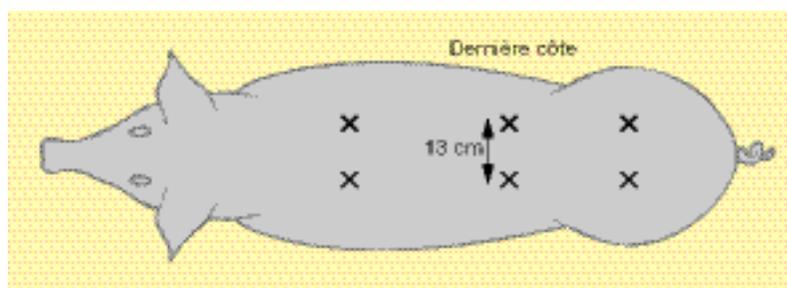
1.3 Truies

Les truies sont nourries de manière très différente. Même dans la littérature, les apports alimentaires recommandés sont très variables. Ces variations sont imputables à la taille des animaux et aux systèmes de détention (activité physique), voire à d'autres modes d'appréciation de l'énergie.

Les apports recommandés doivent toujours être considérés comme des indicateurs à remettre en question de façon critique, à vérifier et à adapter de cas en cas. Comme partout, «l'œil de l'éleveur» joue ici aussi un rôle essentiel. Le paramètre standard est la truie. L'objectif est de nourrir la truie en fonction de son état corporel qui doit être optimal lors de la mise bas. On peut apprécier l'état corporel à l'aide d'une échographie du site P2, qui détermine l'épaisseur du lard dorsal, et de la régression (6), ou au coup d'œil (Close et Cole 2001). Le site P2 se trouve à 6,5 cm de chaque côté de l'épine dorsale, à la hauteur de la dernière côte (figure 5).

$$\text{Classe d'état corporel} = \frac{(P2 + 0.7)}{5.8} \quad (6)$$

Figure 5: Site de mesure de l'épaisseur du lard dorsal P2 (Dourmad et al. 2001).



L'appréciation visuelle s'appuie sur les critères décrits dans le tableau 3. On attribue la classe appropriée et on détermine la stratégie alimentaire adéquate en fonction de l'appréciation. Une stratégie alimentaire individualisée permet

d'obtenir un état corporel équilibré (il faut viser les classes 3 et 4, figure 6). Tout régime individualisé se fonde sur l'appréciation de l'état corporel après le sevrage ou avant la première saillie. La correction alimentaire est effectuée selon le classement.

Chaque classe supérieure ou inférieure au niveau souhaité (classes 3 et 4) appelle une correction alimentaire de 5% durant la première phase de la gestation (jour 1 – 84; début de gestation) et une correction alimentaire de 10% pendant la deuxième phase de la gestation (jour 85 – 114; fin de gestation). Si l'on attribue la classe 1 à une truie, après le sevrage, sa ration alimentaire devra être majorée de 10% (différence de 2 classes; $2 \times 5\% = 10\%$).

La truie devrait si possible atteindre la classe souhaitée au cours de la première phase de la gestation. Pour contrôle, on procède à une nouvelle appréciation des animaux, 3 à 4 semaines après la correction alimentaire. Le cas échéant, on rectifie à nouveau la quantité d'aliment.

Si on attribue, par exemple, la classe 6 à une truie en fin de gestation, sa ration doit être réduite de 20% (la classe 6 est deux classes au-dessus de 4; donc $2 \times 10\% = 20\%$ de réduction en fin de gestation).

Figure 6: Classification de l'état corporel des truies (Dourmad et al. 2001).

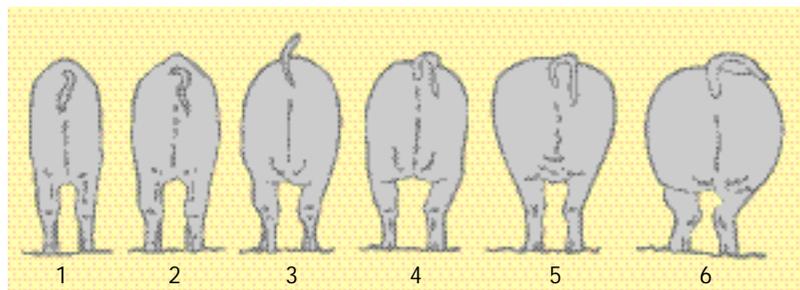


Tableau 3. Schéma d'évaluation servant à déterminer l'état corporel (Bilkei et Bolcskei 1993).

Bassin	Reins	Dos	Côtes	Classe
Os du bassin saillants Tissus creux au-tour de l'attache de la queue	Flancs creux	Vertèbres dorsales saillantes tout le long du dos	Toutes les côtes sont visibles	1
Os du bassin légèrement couverts Tissus légèrement creux au-tour de l'attache de la queue	Flancs creux	Certaines vertèbres dorsales saillantes	Côtes légèrement couvertes	2
Os du bassin non visibles	Vertèbres lombaires non visibles	Vertèbres dorsales seulement visibles au garrot	Côtes invisibles mais perceptibles	3
Os du bassin seulement perceptibles sur forte pression des doigts	Flancs pleins	Vertèbres dorsales seulement perceptibles sur forte pression des doigts	Côtes invisibles et difficilement perceptibles	4
Os du bassin imperceptibles Attache de la queue noyée dans les tissus gras	Vertèbres lombaires imperceptibles Flancs pleins	Vertèbres dorsales imperceptibles	Côtes imperceptibles	5
Os du bassin imperceptibles Plis graisseux au-tour de l'attache de la queue et de la vulve	Reins recouverts de graisse	Vertèbres dorsales imperceptibles	Côtes imperceptibles	6

L'appréciation de l'apport énergétique nécessaire aux truies gravides et allaitantes se fonde essentiellement sur des travaux français. Lorsque l'on compare les divers apports recommandés, il importe de tenir compte du fait qu'en Suisse, nous appliquons un système d'appréciation de l'énergie établi à partir d'essais relatifs à la digestion des porcs d'engraissement. La truie adulte métabolise notamment beaucoup mieux les rations riches en cellulose brute que les porcs à l'engrais. Le rapport entre EDP-élevage et EDP-engraissement peut être déterminé à l'aide de la régression suivante (Le Goff et Noblet 2001):

$$\text{EDP-élevage (MJ/kg)} = 1.014 \times \text{EDP-engraissement (MJ/kg)} + 0.0066 \times \text{CB (g/kg)} \quad (7)$$

Lorsque les rations ordinaires des truies gravides contiennent beaucoup de cellulose brute, la différence va de 0.5 à 1.0 MJ EDP par kg d'aliment.

Les bases de calcul suivantes impliquent des conditions habituelles (activité physique «ordinaire» des animaux et températures ambiantes normales). Les besoins énergétiques augmentent lorsque les animaux déploient davantage d'activité physique ou lorsque la température baisse.

1.3.1 Remontes femelles

Les cochettes sont l'avenir des éleveurs. Celui qui veut des animaux d'une bonne longévité, capables d'utiliser entièrement leur potentiel, doit accorder une attention particulière à leur état corporel avant la première saillie. Les remontes doivent disposer de réserves corporelles suffisantes pour être à même de supporter une éventuelle baisse de l'ingestion alimentaire, pendant la lactation, ou des conditions environnementales difficiles (Cole et Close 2001; Dourmad et al. 1994). Comme pour d'autres paramètres, il existe un optimum, ici aussi. Les truies dont les réserves adipeuses sont trop importantes avant la première saillie, ont notamment tendance à produire de plus petites portées (Klindt et al. 2001). Pendant la lactation, l'indice de consommation baisse et la dégradation des graisses corporelles qui en résulte augmente.

Dans la fourchette de 24 à 95 kg de poids vif, les besoins énergétiques des femelles divergent de ceux des porcs à l'engrais. On admet un gain moyen quotidien de 750 g.

Dès 95 kg de poids vif et jusqu'à la saillie, on vise un gain quotidien réduit. Pendant cette phase, l'apport énergétique est de 30 MJ EDP/jour.

Objectifs pour la première saillie:

- âge: 220 – 230 jours
- poids: 120 – 140 kg
- épaisseur lard dorsal (P2): 18 – 20 mm
- classe d'état corporel 3 ou 4
- 2^e ou 3^e chaleurs

1.3.2 Truies gravides

Les besoins énergétiques des truies gravides se composent des besoins d'entretien et des besoins de production (Dourmad et al. 1997; Dourmad et al. 2001; Noblet et al. 1997). Les besoins de production englobent les besoins pour les produits de la gestation, les besoins pour la constitution des dépôts adipeux et les besoins pour la croissance (cochettes).

Les remontes grandissent encore pendant la gestation. Elles prennent au moins 50 kg de poids vif, dont 30 kg pour leur croissance et 20 kg pour les produits de la gestation. A partir de 200 kg de poids vif, on vise encore un gain de 35 kg (y compris la perte de poids moyenne, de 15 kg, pendant la lactation).

Le poids des truies fluctue selon le rythme du stade de gestation ou du stade de lactation. Des fluctuations excessives de poids engendrent des problèmes lors de la mise bas et pendant l'allaitement qui suit, ainsi que durant le cycle de gestation suivant (Dourmad et al. 2001; Hugues 1993; Koketsu et al. 1996; Noblet et al. 1997).

Une stratégie alimentaire adaptée de manière individuelle permet d'obtenir un état corporel équilibré (classes 3 et 4). L'objectif est une épaisseur du lard dorsal (P2) de 22 mm à la mise bas.

En cas de détention usuelle en porcherie, le modèle français peut être déterminé comme suit (dg = début de gestation; fg = fin de gestation; $PV_1 = PV/100$; n = nombre de porcelets):

- pour les primipares:

$$\text{EDP MJ/jour (dg)} = 10.8 + 13.86 \times PV_1 - 2.54 \times PV_1^2 + 0.50 \times PV_1^3 + 0.020 \times n + 0.0048 \times n^2 \quad (8)$$

$$\text{EDP MJ/jour (fg)} = 15.8 + 12.96 \times PV_1 - 2.33 \times PV_1^2 + 0.49 \times PV_1^3 + 0.076 \times n + 0.0261 \times n^2 \quad (9)$$

- pour les multipares:

$$\text{EDP MJ/jour (dg)} = 58.2 - 53.56 \times PV_1 + 31.32 \times PV_1^2 - 5.48 \times PV_1^3 + 0.021 \times n + 0.0045 \times n^2 \quad (10)$$

$$\text{EDP MJ/jour (fg)} = 73.7 - 69.10 \times PV_1 + 38.74 \times PV_1^2 - 6.73 \times PV_1^3 + 0.077 \times n + 0.0255 \times n^2 \quad (11)$$

Il faut encore procéder aux rectifications nécessaires en cas d'activité accrue et lors de basses températures ambiantes. L'estimation de ces corrections n'est pas simple car de nombreux facteurs doivent être pris en compte (durée des sorties en parcours, genre d'activité, isolation du sol, vitesse du vent, litière, état corporel et intensité d'affouragement).

Dans les cas extrêmes, la correction peut aller jusqu'à 20 – 30%. Mais en général, elle se situe plutôt dans une fourchette de 5 – 10%.

1.3.3 Truies allaitantes

Les besoins énergétiques des truies allaitantes sont également calculés de manière factorielle (besoins d'entretien et besoins de production laitière). Ils peuvent être déterminés comme suit (Noblet et al. 1990):

$$\text{EDP MJ/jour} = 0.48 \times \text{PV}^{0.75} + 29.8 \times \text{GPP} - 0.55 \times n \quad (12)$$

PV étant le poids de la truie après la mise bas, GPP le gain de poids de la portée par jour (kg/jour) et n le nombre de porcelets. Pour une portée de 10 porcelets, le gain de poids de la portée correspond à env. 1.5 à 2.0 kg/jour, pour une durée d'allaitement de 35 jours et un poids au sevrage de 7.8 kg par porcelet.

Exemple de calcul: $\frac{10 \times (7.8 - 1.2)}{35} = 1.89 \text{ kg/jour.}$

Pour les truies comprises dans la fourchette de poids de 150 à 200 kg, on peut simplifier la formule:

$$\text{EDP MJ/jour} = 6.2 + 9.6 \times \frac{\text{PV}}{100} + 29.8 \times \text{GPP} - 0.55 \times n \quad (13)$$

Pendant la lactation, la plupart des truies ne peuvent pas couvrir totalement leurs besoins énergétiques par le biais de l'ingéré. Elles perdent donc du poids, non seulement du fait de la mobilisation de leurs dépôts adipeux, mais également en raison de la dégradation de leur musculature (protéines corporelles).

La perte de poids liée à la lactation ne devrait pas excéder 15 à 20 kg, afin de ne pas trop altérer l'état général des animaux.

1.4 Verrats

1.4.1 Remontes mâles

Les besoins énergétiques des remontes mâles se trouvant dans la fourchette de 24 à 95 kg de poids vif se fondent sur les principes établis pour les porcs à l'engrais (chapitre 1.2). On admet un gain moyen de 850 g. A intensité d'affouragement égale, les verrats en croissance présentent un croît protéique supé-

rieur et un croît lipidique inférieur, par rapport aux croûts des animaux d'engraisement. L'apport énergétique recommandé pour les verrats en croissance est donc inférieur – de 5% – à celui qui a été déterminé pour les porcs à l'engrais (activité accrue prise en compte).

Dans la fourchette de poids de 95 à 115 kg, on admet une diminution du gain quotidien. L'apport énergétique journalier est de 28.5 MJ, soit 5% de moins que pour les remotes femelles.

1.4.2 Verrats de monte Les besoins énergétiques des verrats de monte (dès 115 kg de poids vif) se fondent sur des données anglaises (Close et Cole 2001) et se calculent en fonction des besoins d'entretien et de production. Ce modèle peut être déterminé comme suit:

$$\text{EDP MJ/jour} = 21.2 + 8.4 \times \frac{\text{PV}}{100} - 0.74 \times \left(\frac{\text{PV}}{100}\right)^2 \quad (14)$$

1.5 Bibliographie

ARC, 1981. The nutrient requirements of pigs. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Slough. 370 p.

Bilkei G., Bolcskei A., 1993. Die Auswirkung der Fütterung im letzten Trächtigkeitsmonat auf die perinatalen Parameter bei verschiedener Körperkondition und Parität der Muttersau. Tierärztliche Umschau. 48, 629 – 635.

Close W. H., Cole D.J.A., 2001. Nutrition of sows and boars. Nottingham University Press. 377 p.

Cole D.J.A., Close W. H., 2001. Investition in die Zukunft: Investition in Jungsau. animal talk. 8,1 – 2.

Dourmad J. Y., Etienne M., Noblet J., Causeur, D., 1997. Prédiction de la composition chimique des truies reproductrices à partir du poids vif et de l'épaisseur du lard dorsal. 29^{èmes} Journées Rech. Porcine en France. 255 – 262.

Dourmad J. Y., Etienne M., Prunier A., Noblet J., 1994. The effect of energy and protein intake of sows on their longevity. Livest. Prod. Sci. 40, 87 – 97.

Dourmad J.Y., Etienne M., Noblet J., 2001. Measuring backfat depth in sows to optimize feeding strategy. *Productions Animales.* 14, 41 – 50.

Halter H.M., 1984. Der Einfluss verschieden hoher Energie- und Proteinzufuhr auf den Energie- und Stoffumsatz bei Ferkeln. Diss. ETH Nr. 7669, 114 S.

Hughes P. E., 1993. The effects of food level during lactation and early gestation on the reproductive performance of mature sows. *Anim. Prod.* 57, 437 – 445.

Klindt J., Yen J. T., Christenson R.K., 2001. Level of dietary energy during prepubertal growth and reproductive development of gilts. *J. Anim. Sci.* 79, 2513 – 2523.

Koketsu Y., Dial G. D., Pettigrew J. E., King V. L., 1996. Feed intake pattern during lactation and subsequent reproductive performance of sows. *J. Anim. Sci.* 74, 2875 – 2884.

Le Goff G., Noblet J., 2001. Utilisation digestive comparée de l'énergie des aliments chez le porc en croissance et la truie adulte. 33^{èmes} Journées Rech. Porcine en France. 211 – 220.

Noblet J., Dourmad J.Y., Etienne M., 1990. Energy utilization in pregnant and lactating sows – modeling of energy requirements. *J. Anim. Sci.* 68, 562 – 572.

Noblet J., Dourmad J.Y., Etienne M., Le Dividich J., 1997. Energy metabolism in pregnant sows and newborn pigs. *J. Anim. Sci.*, 75, 2708 – 2714.

Stoll P., 1992. Vergleich unterschiedlicher Mastformen bei Schweinen; Teil 1: Weideverhalten, Mast- und Schlachtleistungen. *Landw. Schweiz.* 5 (10), 523 – 527.

Stoll P., 1995. Schweinemast mit Weidegang hat ihren Preis. *Agrarforschung.* 2 (10), 449 – 452.

Stoll P., 1996. Fütterungsaspekte in der Schweinemast. *Agrarforschung.* 3 (9), 455 – 458.

Stoll P., 2000. Auslauf von Mastschweinen – zusätzlicher Energieaufwand. Tagung vom 18. 5. 2000 des Institutes für Nutztierwissenschaften der ETH Zürich; Schriftenreihe aus dem Institut für Nutztierwissenschaften. Band 20, 169 – 171.