

Besoins énergétiques de la truie allaitante : détermination par la méthode factorielle

De façon générale, la consommation d'aliment par la truie allaitante ne suffit pas à couvrir ses besoins en énergie. Le déficit énergétique qui en résulte est compensé par la mobilisation de ses réserves corporelles qui devront être reconstituées au cours de la gestation suivante.

Les recommandations actuelles d'apports énergétiques aux truies en lactation résultent exclusivement d'expérience de type zootechnique où le niveau des performances (croissance de la portée, variation de poids de la truie,...) est mis en relation avec les quantités d'énergie apportées (INRA 1984). Mais cette approche ne permet pas d'analyser les dépenses et les besoins énergétiques en fonction de l'animal (poids vif, taille de la portée,...) et des conditions d'habitat, ni de quantifier le déficit nutritionnel généralement observé pendant la phase de lactation. Ces limites de l'approche globale ont alors conduit de nombreux chercheurs à s'orienter vers une approche factorielle.

Chez la truie allaitante, la méthode factorielle consiste à déterminer les dépenses énergétique d'entretien et de production laitière ainsi que les rendements d'utilisation de l'énergie corporelle pour la synthèse du lait (figure 1). Compte tenu de l'insuffisance des résultats disponibles au

début des années 80, il n'était pas possible de quantifier de façon fiable les besoins énergétique de la truie allaitante par cette méthode (ARC 1981). Le présent article a pour objet de prendre en compte les résultats obtenus récemment à l'INRA Saint-Gilles (de 1986 à 1988) sur ce thème. Nous avons également utilisé les données de Burlacu *et al* (1983), Verstegen *et al* (1985), Beyer (1986) et Everts et Dekker (1988).

1 / Besoins d'entretien et rendements d'utilisation de l'énergie

Le calcul des besoins d'entretien et des rendements d'utilisation de l'énergie nécessite la mesure des bilans énergétiques dans diverses conditions de niveaux de production et de quantités ingérées. Le bilan énergétique moyen d'une truie allaitante alimentée de façon libérale est rapporté au tableau 1. A partir des données de 44 bilans énergétiques (Noblet et Etienne 1987a), nous avons établi la relation suivante entre l'énergie exportée dans le lait (El), l'EM ingérée et l'énergie des réserves corporelles mobilisées (E réserves) :

$$El = 0,715 \times EM + 0,886 \times E \text{ réserves} - 78,1$$

(équation n° 1)

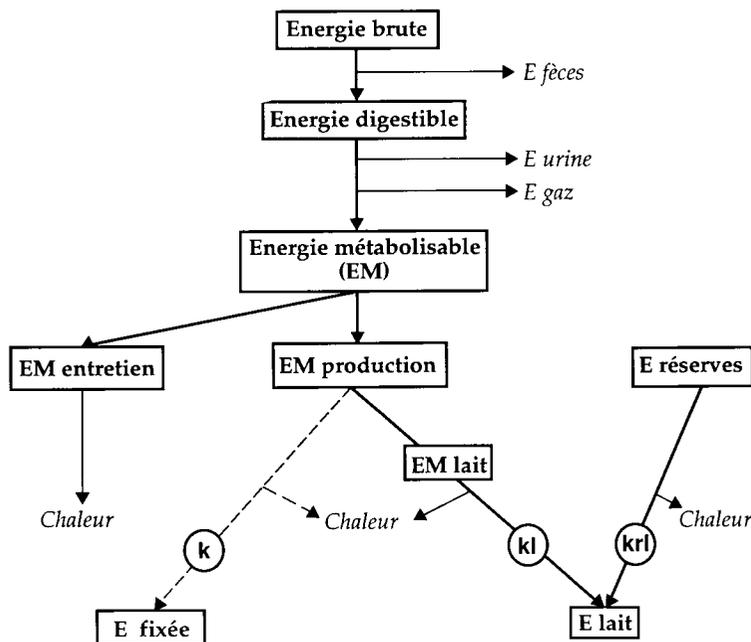
où les données sont exprimées en kcal/kg poids vif^{0,75} et par jour. Le poids vif est celui mesuré après la mise bas. Les rendements d'utilisation de l'EM (kl) et de l'énergie des réserves corporelles (krl) sont donc respectivement de 71,5 et 88,6 %. Les besoins d'entretien (EMm) sont égaux à 78,1/0,715, soit 109 kcal d'EM par kg P^{0,75}. Ces résultats sont tout à fait comparables aux quelques données bibliographiques existantes, l'ensemble de ces données conduisent à admettre comme valeurs moyennes 72 %, 88 % et 110 kcal EM/kg P^{0,75} respectivement pour kl, krl et EMm.

Résumé

La détermination des besoins énergétiques par la méthode des essais d'alimentation présente des limites, notamment pour extrapoler les résultats obtenus à d'autres situations. A partir de résultats de travaux personnels et des données bibliographiques disponibles sur le métabolisme énergétique de la truie allaitante, nous présentons les bases permettant de déterminer ses besoins en énergie par une méthode factorielle. La démarche repose sur les données relatives aux besoins d'entretien (110 kcal d'énergie métabolisable (EM) par kg P^{0,75}) et aux rendements d'utilisation de l'EM (kl = 72 %) et des réserves corporelles (krl = 88 %) pour la synthèse du lait. L'énergie exportée dans le lait est estimée à partir de la croissance de la portée (R² > 0,87). Les calculs mettent en évidence que les besoins en EM varient avec le poids vif de la truie et surtout avec le gain de poids de la portée. En moyenne, ils sont de 18 à 20 Mcal par jour, valeurs supérieures à la capacité d'ingestion moyenne des truies allaitantes. L'inadéquation entre les besoins et la consommation d'énergie pendant la phase de lactation est alors à prendre en considération pour moduler le niveau alimentaire pendant la gestation.

Figure 1. Utilisation de l'énergie chez la truie en lactation.

L'énergie nécessaire à la synthèse du lait provient de l'énergie métabolisable ingérée, avec un rendement kl de 72 %, et de l'énergie des réserves corporelles avec un rendement krl de 88 %.



Le besoin d'entretien est notamment fonction de l'activité physique et de la température ambiante. Or, la truie en lactation a une activité physique très faible et se trouve généralement placée à une température supérieure à sa température critique (15-17° C). La valeur du besoin d'entretien (EMm) obtenue dans nos conditions expérimentales est donc utilisable dans la majorité des conditions d'élevage. Les besoins d'entretien des truies élevées en plein air sont probablement supérieurs pendant la saison hivernale ; ils restent toutefois à préciser.

Par analogie avec les données chez le porc en croissance (Noblet et Fortune non publié), on peut penser que la valeur de kl s'accroît lorsque les régimes sont enrichis en matières grasses et diminue quand la teneur en fibres s'accroît. Cependant, en l'absence de résultats précis et compte tenu des faibles variations de composition chimique des aliments distribués à la truie en lactation, la valeur de kl (72 %) peut être

Tableau 1. Performances et bilan énergétique moyens chez la truie allaitante entre la mise bas et le sevrage (à 22 jours) (d'après Noblet et Etienne 1987a).

Performances	
Poids vif après mise bas (kg)	174,5
Perte de poids en lactation (g/j)	648
Croissance de la portée (g/j)	1 879
Production laitière (kg/j)	7,1
Bilan énergétique (Mcal/j)	
Energie métabolisable	14,40
Energie du lait	8,14
Production de chaleur	8,18
Energie maternelle	- 1,92

appliquée dans la plupart des situations. Enfin, chez la truie, la synthèse du lait à partir des réserves corporelles est un processus particulièrement efficace ($krl = 88\%$), comme chez les femelles d'autres espèces (Noblet et Etienne 1987a). Compte tenu d'un rendement de 75 à 80 % pour la synthèse des réserves corporelles pendant la gestation, le rendement global de synthèse du lait à partir de l'aliment consommé pendant la gestation est de l'ordre de 66 à 70 % et donc peu différent de kl . Les conséquences pratiques d'un tel résultat sont à considérer dans le cadre de la stratégie alimentaire au cours du cycle de reproduction. Ainsi, en fonction du contexte économique, il peut être judicieux de constituer un excès de réserves énergétiques (adipeuses) pendant la gestation à partir d'aliments de valeur nutritionnelle moyenne, la truie recevant pendant la lactation un aliment qui assure en premier lieu la couverture des besoins protéiques (Dourmad 1989 ; Etienne *et al* 1989).

2 / Besoins pour la production de lait

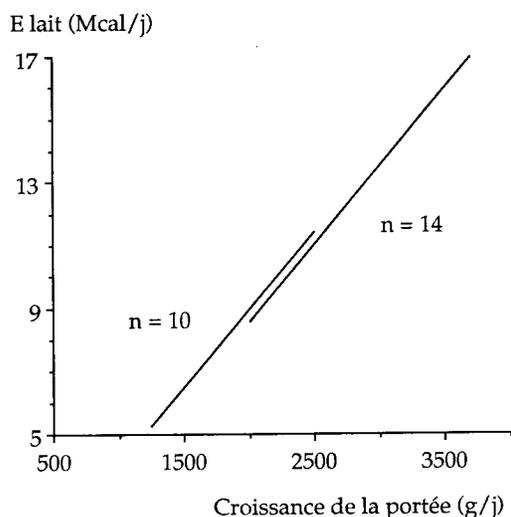
Les teneurs en nutriments du lait de truie sont plus élevées que celles du lait de vache. Par rapport aux valeurs moyennes rapportées au tableau 2, les teneurs en lipides et en énergie sont susceptibles de varier de façon importante. Ainsi, le taux (%) de lipides est supérieur de 1 à 2 points lorsque la mobilisation des réserves adipeuses est importante (Noblet et Etienne 1986) ou quand l'aliment est enrichi en lipides (Dourmad 1987).

La mesure directe de la production et de la composition du lait est difficile dans les expériences sur truies et quasi impossible dans les conditions pratiques de l'élevage. Il est cependant possible de l'estimer de façon relativement précise à partir des relations entre la croissance de la portée et la production laitière. Des équations de prédiction dont la précision est nettement accrue par rapport aux équations disponibles antérieurement sont rapportées dans le tableau 3. La figure 2 illustre les relations entre la quantité d'énergie exportée dans le lait (E_{lait}) et la taille et le gain de la portée (calculée à partir de l'équation n° 2). Le besoin (EMl) pour la production de lait est alors égal à $E_{\text{lait}}/0,72$, soit :

$$\text{EMl (kcal/j)} = 6,83 \times \text{gain portée (g/j)} - n \times 125 \quad (\text{équation n° 5})$$

sur l'ensemble de la lactation (n représentant la taille de la portée). Cette équation indique que la présence d'un porcelet supplémentaire dans la portée (vitesse de croissance : 200 g/j) entraîne un besoin supplémentaire en EM de 1240 kcal par jour, soit environ 400 g d'aliment. EMl peut également être calculé pour des périodes plus courtes au cours de la lactation, à partir de l'équation n° 4 rapportée au tableau 3. S'il existe des facteurs susceptibles de modifier de façon importante la composition du lait (et notamment une augmentation d'au moins 2 points de sa teneur en lipides) et, par voie de conséquence, la composition chimique du gain de poids de la portée, l'équation n° 3 doit être utilisée.

Figure 2. Relation entre l'énergie exportée dans le lait et les gains et taille de portée (n = nombre de porcelets), chez la truie en lactation entre la mise bas et le sevrage (à 22 jours).



3 / Besoins énergétiques de la truie en lactation. Relations avec la gestation

Le besoin énergétique total de la truie allaitante (EM, kcal/j) est égal à la somme de ses besoins d'entretien (EMm)⁽¹⁾ et de ceux associés à la production de lait (EMl), soit :

$$EM = 1430 + 22,0 \times \text{poids vif (kg)} + 6,83 \times \text{gain portée (g/j)} - n \times 125 \quad (\text{équation n}^\circ 6)$$

L'application de ce modèle à des truies dont le poids vif après mise-bas est compris entre 130 et 250 kg et allaitant 10 porcelets est présentée dans la figure 3.

De cette figure, il ressort que les besoins énergétiques de lactation sont supérieurs à 18-20 Mcal d'EM par jour pour des truies moyennes ou fortes productrices (gain de la portée supérieur à 2000 g/j), ce qui correspond à la consommation d'au moins 6 kg d'aliment par jour. La capacité d'ingestion moyenne sur l'ensemble de la lactation n'atteint généralement pas cette quantité. Tous les facteurs permettant d'augmenter la quantité d'aliment ingéré doivent donc être mis en œuvre, de façon à limiter le déficit énergétique (Dourmad 1988).

Toutefois, dans la plupart des cas, celui-ci est difficilement évitable. D'après les données rapportées précédemment, la quantité d'énergie provenant de la mobilisation des réserves corporelles (E réserves) est estimée de la façon suivante :

(1) Par souci de simplification, le poids métabolique ($P^{0,75}$) a été remplacé dans cette équation, par son estimation linéaire $13,0 + 0,20 \times \text{poids vif}$ (valable entre 130 et 250 kg).

Tableau 2. Composition moyenne du lait de truie (moyenne entre la mise bas et le sevrage à 22 jours) (d'après Noblet et Etienne 1986).

en g pour 100 g	
Matière sèche	17,8
Minéraux	0,74
Protéines (N \times 6,25)	4,6
Lactose	5,5
Lipides	6,9
Energie, kcal/g	1140

Tableau 3. Prédiction de la quantité d'énergie exportée dans le lait (El en kcal/j) à partir de la croissance de la portée (gain en g/j) ou de la quantité d'énergie fixée par la portée (Eg en kcal/j) (d'après Noblet et Etienne 1989).

EQUATION	
N ^o 2	El = $4,92 \times \text{gain} - n \times 90$
N ^o 3	El = $1,515 \times \text{Eg} + n \times 149$
N ^o 4	El = $2,54 \times \text{GMQ} + 78,7 \times \text{PVi} + n \times 153$

Les équations n^o 2 et n^o 3 se rapportent à l'ensemble de la lactation alors que l'équation n^o 4 s'applique à des périodes de 3 à 5 jours au cours de la lactation : PVi représente alors le poids vif de la portée au début de la période (kg) et GMQ le gain de poids de la portée au cours de la période. Eg correspond à : gain de portée \times teneur en énergie du gain, celle-ci étant obtenue à partir de l'analyse chimique de quelques porcelets représentatifs de la portée (kcal/kg).

$$E \text{ réserves} = (\text{Besoin en EM} - \text{EM ingérée}) \times \text{kl/krl} \quad (\text{équation n}^\circ 7)$$

En admettant une valeur moyenne de kl/krl de 0,81, la combinaison des équations n^o 6 et n^o 7 aboutit à :

$$E \text{ réserves} = 1160 + 17,8 \times \text{poids vif} + 5,53 \times \text{gain portée} - n \times 101 - 0,81 \times \text{EM ingérée} \quad (\text{équation n}^\circ 8)$$

où le poids vif est en kg, le gain de portée en g/j et l'énergie en kcal/j.

Dans la mesure où il est difficile de maîtriser l'état des réserves corporelles au cours de la lactation, la seule période permettant la reconstitution d'un niveau de réserves corporelles satisfai-

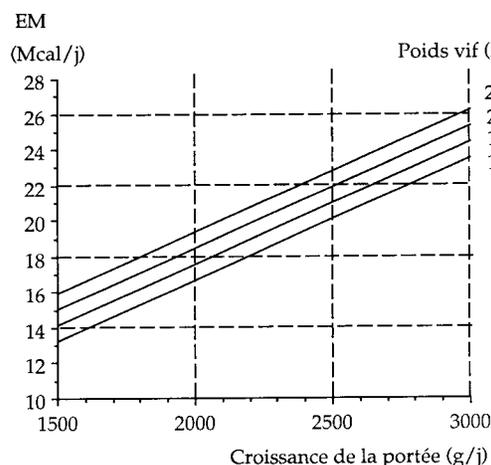
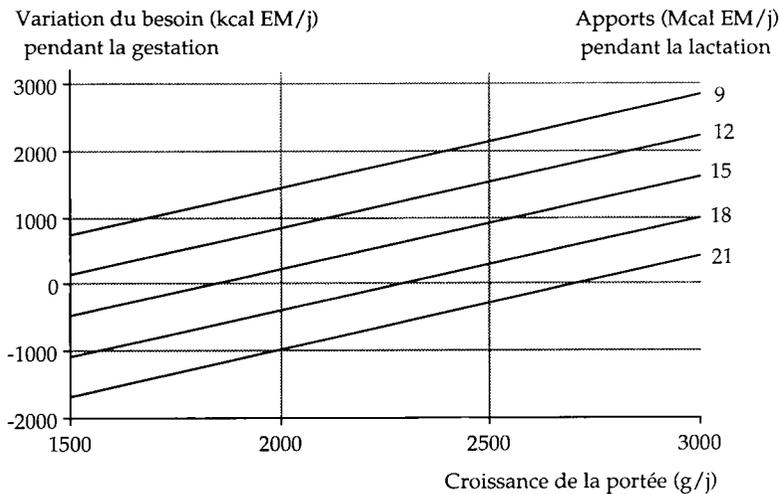


Figure 3. Besoins énergétiques (Mcal EM/j) de la truie allaitante en fonction de son poids vif et de la croissance de la portée (10 porcelets par portée).

Figure 4. Variation des apports énergétiques à la truie pendant la gestation (kcal EM/j) en fonction de la croissance de la portée et de la consommation d'énergie métabolisable pendant la lactation. (Poids vif après mise bas : 180 kg, 10 porcelets, durée d'allaitement : 22 jours). A titre d'exemple, une truie allaitante ingérant 12 Mcal d'EM et dont la croissance de la portée est voisine de 2500 g/j, aura un besoin supplémentaire de gestation voisin de 1500 kcal EM/j, soit environ 500 g d'aliment.



sant est la gestation. Si l'on accepte qu'une truie allaitante perde 10 kg au cours de la lactation (soit environ 30 Mcal d'énergie), la quantité d'EM nécessaire pendant la gestation suivante pour compenser les pertes supplémentaires est alors équivalente à :

$$(E \text{ réserves} \times \text{durée de lactation} - 30\,000) / 0,77 \text{ (équation n° 9)}$$

où les données sont exprimées en kcal/j ; 0,77 correspondant au rendement de fixation de l'EM dans les tissus maternels pendant la gestation (Noblet et Etienne 1987b). L'application de cette équation à une truie de 180 kg allaitant 10 porcelets pendant 22 jours est rapportée à la figure 4. Cette figure met en évidence que l'appétit de la truie pendant la phase de lactation est un facteur de variation majeur des besoins énergétiques pendant la gestation. Ce problème se rencontre de façon particulièrement aiguë chez les truies primipares qui, grâce aux progrès de la conduite d'élevage (augmentation de la taille de la portée à la première mise bas, Dagorn *et al* 1984), ont des besoins énergétiques presque comparables à ceux des femelles multipares, alors que leur appétit est plus faible. Limiter, par adoption, la taille de la portée peut alors représenter une solution simple pour éviter une mobilisation excessive des réserves corporelles.

4 / Conclusion

L'approche développée dans cet article confirme que les besoins énergétiques de la truie allaitante sont élevés et elle permet de les calculer en fonction des conditions de production. En fait, l'appétit limité des truies pendant la lactation conduit à une alimentation à volonté dans la plupart des cas. Elle met aussi en évidence l'interdé-

pendance des apports énergétiques pendant les phases de lactation et de gestation, ce qui conduit à un accroissement de la variabilité des recommandations d'apport énergétique aux truies gravides (Noblet *et al* 1989).

Dans cet article, les aspects relatifs aux modifications de la composition corporelle pendant la lactation n'ont pas été considérés. Les résultats obtenus par Etienne *et al* (1985) montrent que la diminution du poids des tissus musculaires constitue une fraction importante de la perte de poids totale. En fait, la nature de la perte pondérale dépend à la fois des apports énergétiques et protéiques. A l'issue des travaux en cours sur la détermination des besoins azotés de la truie allaitante (Etienne *et al* 1989), les modifications de la composition corporelle pendant la lactation pourront être précisées.

Références bibliographiques

- A.R.C. (Agricultural Research Council). 1981. The Nutrient Requirements of Pigs. Commonwealth Agr. Bureau, United Kingdom, 307 p.
- BEYER M., 1986. Untersuchungen Zum Energie-Und Stoffumsatz von graviden und laktierenden Saven sowie Saugferkeln-ein Beitrag zur Präzisierung des Energie und Protein bedarfes. Promotions arbeit. Forschungszentrum für Tierm production Dummerstorf - Rostock (DDR).
- BURLACU G., ILIESCU M., CARAMIDA P., 1983. Efficiency of food utilization by pregnant and lactating sow. Arch. Tierernähr., 33, 23-45.
- DAGORN J., SAULNIER J., GREAU P., 1984. Evolution et variation de la prolificité entre la première et la seconde portée. Journées Rech. Porcine en France, 16, 145-152.
- DOURMAD J.Y., 1987. Intérêt des matières grasses chez la truie. Revue de l'alimentation animale, 405, 39-44.
- DOURMAD J.Y., 1988. Ingestion spontanée d'aliment chez la truie en lactation : de nombreux facteurs de variation. INRA Prod. Anim., 1, 141-146.
- DOURMAD J.Y., 1989. Influence du niveau alimentaire de gestation sur les performances et le comportement alimentaire de la truie en lactation. Journées Rech. Porcine en France, 21, (sous presse).
- ETIENNE M., NOBLET J., DESMOULIN B., 1984. Mobilisation des réserves corporelles chez la truie en lactation. Reprod. Nutr. Dévelop., 25, 341-344.
- ETIENNE M., NOBLET J., DOURMAD J.Y., FORTUNE H., 1989. Etude du besoin en lysine des truies en lactation. Journées Rech. Porcine en France, 21, (sous presse).
- EVERTS H., DEKKER R.A., 1988. Effects of protein lysine intake during pregnancy and lactation in sows on lactation performance and changes in body composition. Proc. 11th Symposium on Energy Metabolism of farm animals, Lunteren (Pays-Bas) (in press).
- INRA, 1984. L'alimentation des animaux monogastriques. Ed. INRA Paris, 67-76.
- NOBLET J., ETIENNE M., 1986. Effect of energy level in lactating sows on yield and composition of milk and nutrient balance of piglets. J. Anim. Sci., 63, 1888-1896.
- NOBLET J., ETIENNE M., 1987a. Metabolic utilization of energy and maintenance requirements in lactating sows. J. Anim. Sci., 64, 774-781.
- NOBLET J., ETIENNE M., 1987b. Metabolic utilization of energy and maintenance requirements in pregnant sows. Livest. Prod. Sci., 16, 243-257.
- NOBLET J., DOURMAD J.Y., ETIENNE M., 1989. Energy utilization and energy requirements in pregnant and lactating sows. J. Anim. Sci., 67, (in press).
- NOBLET J., ETIENNE M., 1989. Estimation of sow milk nutrient output. J. Anim. Sci., 67, (in press).
- VERSTEGEN M.W.A., MESU J. VAN KEMPEN G.J.M., GREERSE G., 1985. Energy balances of lactating sows in relation to feeding level and stage of lactation. J. Anim. Sci., 60, 731-740.

J. NOBLET, M. ETIENNE, J.Y. DOURMAD. Energy requirements for lactating sow : determination by a factorial approach.

Determination of energy requirements by an empirical approach (field trials) has limits, especially when results have to be extrapolated to other situations. The data obtained from personal and literature studies on energy metabolism of the lactating sow have been used in order to estimate energy requirements according to a factorial approach. The approach is based on estimates of energy requirements for maintenance (110 kcal metabolizable energy : ME per kg^{0.75}) and the efficiencies of utilization of energy from feed (kl = 72 %) and from body reserves (krl = 88 %) for milk production. Energy excreted in milk is calculated from growth of the litter (R2 > 0.90). Calculations indicate that ME requirements vary according to sow body weight and, to a large extent, to litterweight gain. On average, they are equivalent to 18 to 20 Mcal ME per day, these values being higher than the spontaneous food intake of lactating sows. The discrepancy between energy requirements and energy intake during lactation has to be considered for recommendation of energy requirements during subsequent pregnancy.

NOBLET J., ETIENNE M., DOURMAD J.Y., 1988. Besoins énergétiques de la truie allaitante : détermination par la méthode factorielle. *INRA Prod. Anim.*, 1 (5), 355-358.