

A 8010

ÉTUDE PRÉLIMINAIRE SUR LE MÉTABOLISME ÉNERGÉTIQUE DE LA TRUIE NULLIPARE GRAVIDE *

J. NOBLET (1), W.H. CLOSE (2)

(1) I.N.R.A. Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs 78350 JOUY-EN-JOSAS
(2) Institute of Animal Physiology - Babraham - CB2 4AT CAMBRIDGE (Angleterre)

INTRODUCTION

A l'inverse du porc en croissance, pour lequel de nombreuses études concernant son métabolisme énergétique ont été réalisées, les données relatives à la nature des dépenses de la truie en gestation sont encore limitées. Il en résulte un manque de connaissance des besoins des animaux, qui se traduit par une imprécision dans les recommandations d'apport énergétique (HENRY et ETIENNE, 1978). Des travaux effectués il y a une vingtaine d'années, ont mis en évidence les potentialités anaboliques supérieures de la truie gravide, par rapport à la femelle non gravide. Ce phénomène d'anabolisme gravidique est actuellement remis en cause, chez la femelle primipare. Compte tenu de ces imprécisions, il nous a paru intéressant d'étudier quelques aspects du métabolisme énergétique de la truie nullipare gravide en comparant les effets de deux niveaux alimentaires sur l'utilisation de l'énergie, à la fois chez des femelles gravides et leurs sœurs non gravides.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Douze groupes de femelles, constitués chacun à partir de 4 sœurs de portée, sont élevés dans des conditions similaires jusqu'au poids vif moyen de 110 kg. A ce stade, 2 femelles de chaque groupe sont saillies. Le jour suivant la saillie, ces deux animaux, ainsi que leurs sœurs non gravides, sont affectés à l'un des six traitements expérimentaux. Ceux-ci sont constitués par la combinaison de deux niveaux alimentaires (2,5 kg et 1,8 kg d'aliment par jour) et trois périodes de mesure (50, 75 et 100 jours de gestation). Deux groupes d'animaux, soit 4 femelles gravides et 4 non gravides, sont utilisés dans chaque traitement. L'aliment utilisé renferme 14,2 % de matières azotées, pour une teneur en matière sèche de 86,1 %. Après la saillie, les animaux sont logés individuellement dans une porcherie à une température ambiante de 20°C.

Pendant la période de mesure, les truies sont placées, durant sept jours, dans un calorimètre, maintenu à 20°C. Durant cette période, on procède à des estimations de l'énergie métabolisable ingérée (EM), de la production de chaleur de l'animal et de la quantité d'azote fixé. L'EM est la différence entre l'énergie brute ingérée et les quantités d'énergie excrétées sous forme de fécès, d'urine et de méthane, cette dernière étant estimée à 1 % de l'énergie brute ingérée (VERSTEGEN, 1971). La production de chaleur, mesurée directement dans le calorimètre (CLOSE et al., 1978), donne par différence avec l'EM, une estimation de l'énergie fixée par l'animal, au cours de la période de mesure considérée. La mesure du bilan azoté permet de quantifier l'énergie retenue sous forme de protéines et, par suite, celle qui est fixée sous forme de lipides.

Les animaux sont abattus, à l'issue de cette période de bilan de 7 jours. L'utérus avec son contenu est alors disséqué afin de quantifier les dépôts au niveau des fœtus, du placenta, des liquides placentaires et de l'utérus vide.

(*) Travail réalisé à Institute of Animal Physiology - Babraham - CB2 4AT CAMBRIDGE (Angleterre).

RÉSULTATS

1 - Résultats généraux

Le rapport énergie métabolisable/énergie brute (x 100) est, en moyenne, de 73,9 ($\pm 0,4$), l'EM représentant environ 95 % de l'énergie digestible. Dans ces conditions, pour une teneur en EM de l'aliment estimée à 11,44 KJ/Kg, les animaux, recevant 1,8 et 2,5 kg d'aliment par jour, ingèrent respectivement 20,6 et 28,6 MJ d'EM (1).

L'apport supplémentaire de 0,7 kg d'aliment (2,5 au lieu de 1,8 kg) permet au gain de poids moyen quotidien de passer de 450 à 650 g, chez les truies gravides et de 240 à 410 g chez leurs sœurs non gravides. Toutefois, le gain de poids maternel des animaux gravides, obtenu par différence entre le gain total et le gain utérin est identique à celui des animaux non gravides (tableau 1).

Le nombre d'animaux utilisés dans l'expérience est trop limité pour que l'on puisse étudier les effets du niveau alimentaire sur les performances de reproduction. Toutefois, en raison probablement d'un nombre moyen de fœtus élevé (11,5) dans l'expérience considérée, la réduction des apports diminue de façon significative le poids total de la portée, à la fois au niveau de sa taille et du poids moyen des fœtus.

2 - Bilans énergétiques et azotés

L'analyse des bilans énergétiques et azotés fait apparaître des variations de la production de chaleur et de l'énergie fixée sous forme de l'animal et le niveau alimentaire (fig. 1).

La production de chaleur des animaux augmente avec l'avancement de la gestation, ce qui a pour conséquence de réduire la quantité d'énergie retenue. Ainsi, dans cet essai, les femelles recevant 1,8 kg d'aliment/jour sont en bilan énergétique négatif à 100 jours de gestation. Si le dépôt quotidien d'énergie décroît au cours de la gestation, la quantité d'énergie fixée sous forme de protéines est, au contraire, maintenue, voire accrue. Il s'ensuit une réduction importante de la rétention énergétique sous forme de lipides.

L'augmentation de la production de chaleur et la diminution de l'énergie fixée, avec le temps, sont plus rapides chez les truies gravides que chez leurs sœurs non gravides, de plus la rétention azotée des femelles gravides est supérieure à celle des animaux non gravides, l'écart devenant d'autant plus important que la gestation s'avance. Aussi, la réduction du dépôt lipidique est-elle plus faible chez les animaux non gravides.

Pour améliorer l'interprétation de ces données globales, il peut être intéressant de tenir compte des variations importantes de poids vif au moment de la mesure (110 à 210 kg) et du niveau d'alimentation. L'expression des résultats rapportés au poids vif ou mieux, au poids métabolique ($P^{0,75}$), permet de calculer des équations de régression linéaires du type : Énergie retenue/kg 0,75 (ER^*) = $a \times EM/Kg^{0,75}$ (EM^*) - b où a représente l'efficacité d'utilisation de l'EM pour le dépôt d'énergie et b/a le besoin énergétique d'entretien. L'application de ce mode de calcul aux résultats de notre expérience, après élimination des bilans énergétiques négatifs (2), aboutit aux équations suivantes :

$$\text{Truies non gravides} : ER^* = 0,83 EM^* - 349 \quad (r = 0,93) \quad (1)$$

$$\text{Truies gravides} : ER^* = 0,84 EM^* - 345 \quad (r = 0,93) \quad (2)$$

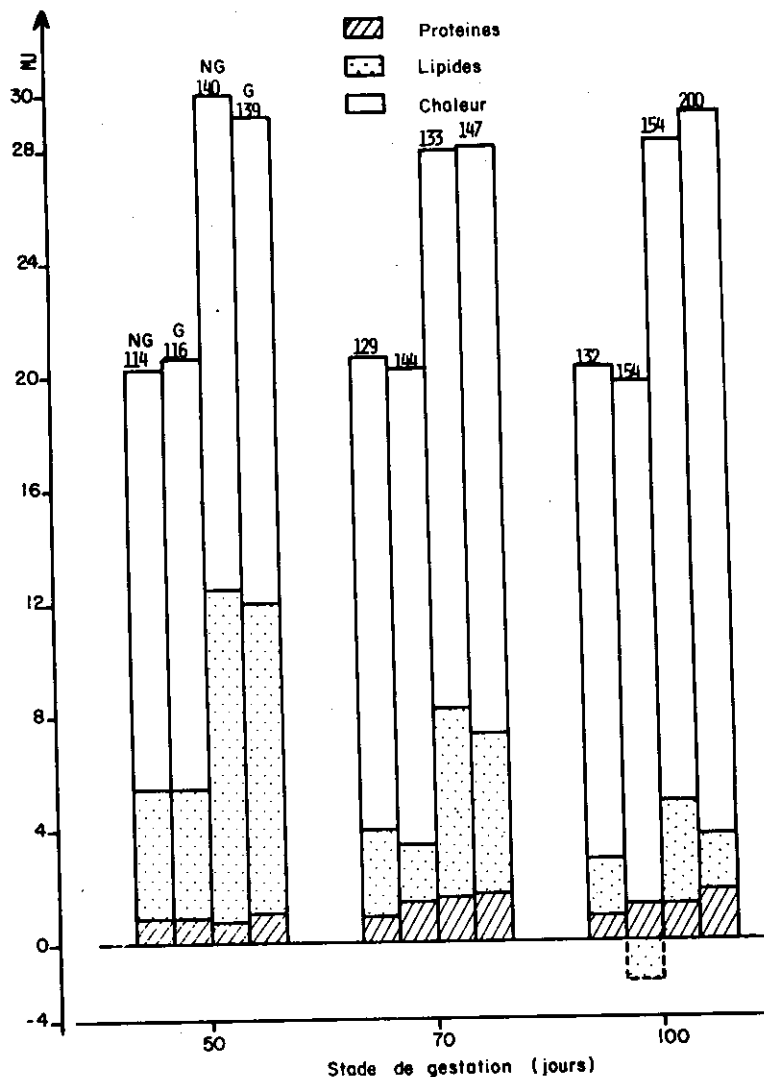
La similitude de ces droites de régression montre que l'utilisation de l'énergie n'est pas affectée par l'état de gestation. De même, les besoins d'entretien, estimés respectivement à 419 et 411 KJ/Kg 0,75 ne sont pas significativement différents.

(1) Les valeurs énergétiques en MCal peuvent être obtenues sur la base de 1 MJ = 0,239 MCal (ou 1 MCal = 4,184 MJ). La valeur énergétique du régime correspond donc à celle d'un régime orge-tourteau de soja.

(2) Les équations de régression ne peuvent prendre en compte que des animaux ayant un métabolisme énergétique comparable. Or, des truies gravides, en bilan énergétique négatif, poursuivant leurs synthèses au niveau utérin et mammaire, ont un métabolisme fondamentalement différent.

FIGURE 1

Répartition de l'EM (Mégajoules/jour) entre la production de chaleur et l'énergie fixée (lipides, protéines) en relation avec le stade de gestation, la gestation (G : animaux gravides, NG : animaux non gravides) et le niveau alimentaire.



G : animaux gestants

NG : animaux non gestants

Le poids vif moyen des animaux, au moment de la mesure, est indiqué pour chacun des 12 traitements.

3 - L'anabolisme de gestation

Nous avons utilisé nos résultats pour déterminer, chez une truie saillie à 110 kg, l'évolution de la partition de l'EM, au cours des 100 premiers jours de la gestation, entre la production de chaleur et l'énergie fixée dans les tissus utérin, mammaire et maternel, pour deux niveaux alimentaires. Un calcul comparable a été effectué pour une truie non gravide mise en expérience à 110 kg et recevant, pendant 100 jours, la même quantité d'aliment que la truie gravide. La comparaison des résultats permet d'étudier la nature de l'anabolisme de gestation. Nous avons adopté les bases de calcul suivantes :

— Vitesses de croissance : 450 et 650 g/jour pour les animaux gravides et 240 et 410 g/jour pour les femelles non gravides, respectivement pour des niveaux d'ingestion de 20,5 et 29 MJ d'EM/jour (soit approximativement 1,8 et 2,5 kg d'aliment).

— ER* totale varie en fonction de EM* selon les équations (1) et (2), trouvées précédemment.

— Une correction variant de 5 KJ/kg^{0,75} à 70 jours à 30 KJ/kg^{0,75} à 100 jours de gestation, a été appliquée à l'ER*, pour les truies gravides recevant 20,5 MJ d'EM/jour (NOBLET et CLOSE, 1979).

— L'énergie retenue dans les tissus utérin et mammaire, est estimée à partir d'équations de régression, calculées dans cette expérience, reliant le poids (kg), l'énergie (MJ) ou les protéines (MJ) des compartiments utérins ou de la mamelle, au stade de gestation, au niveau alimentaire et au nombre de fœtus (résultats non publiés).

— Le dépôt énergétique dans les tissus maternels correspond à la différence entre le dépôt total d'énergie et celui dans les tissus utérin et mammaire.

Les résultats de ces calculs sont présentés dans les figures 2a et 2b. L'aire hachurée comprise entre les courbes 1 et 2, correspondant à la différence de production de chaleur entre les femelles gravides et leurs sœurs non gravides, indique que la production de chaleur augmente plus rapidement chez les premières. Ceci se traduit par une différence de 60 MJ au niveau de l'énergie fixée durant les cent premiers jours de la gestation (tableau 1). Les dépôts d'énergie dans l'utérus et la glande mammaire évoluent, en fonction du temps, selon une loi exponentielle et ils ne deviennent quantitativement importants que durant le dernier tiers de la gestation. Cependant, le dépôt énergétique intra-utérin reste modique, comparativement aux dépôts totaux pendant la gestation : 5,1 et 12,6 %, respectivement pour les animaux recevant 2,5 et 1,8 kg d'aliment.

TABLEAU 1






RÉPARTITION DES GAINS PONDÉRAL ET ÉNERGÉTIQUE PENDANT LES 100 PREMIERS JOURS DE LA GESTATION

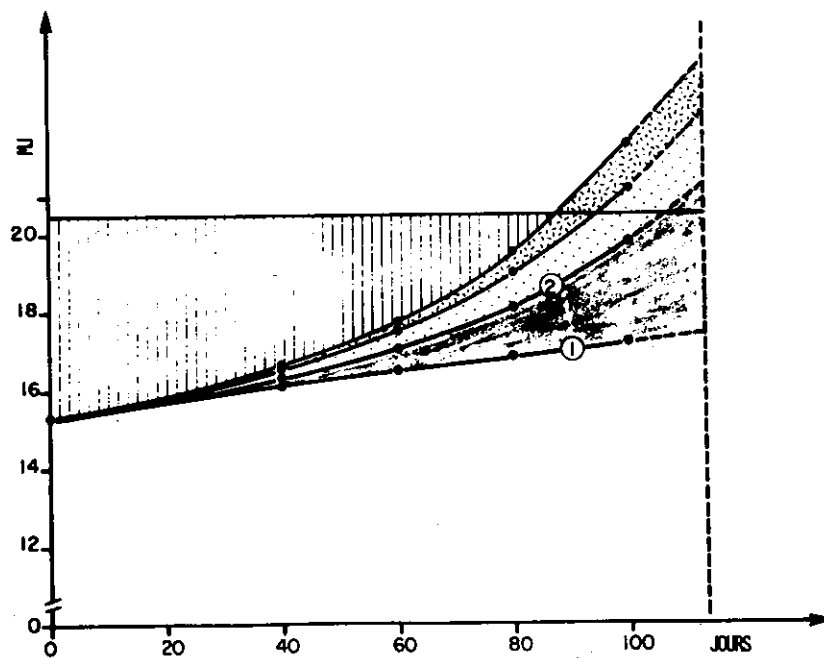
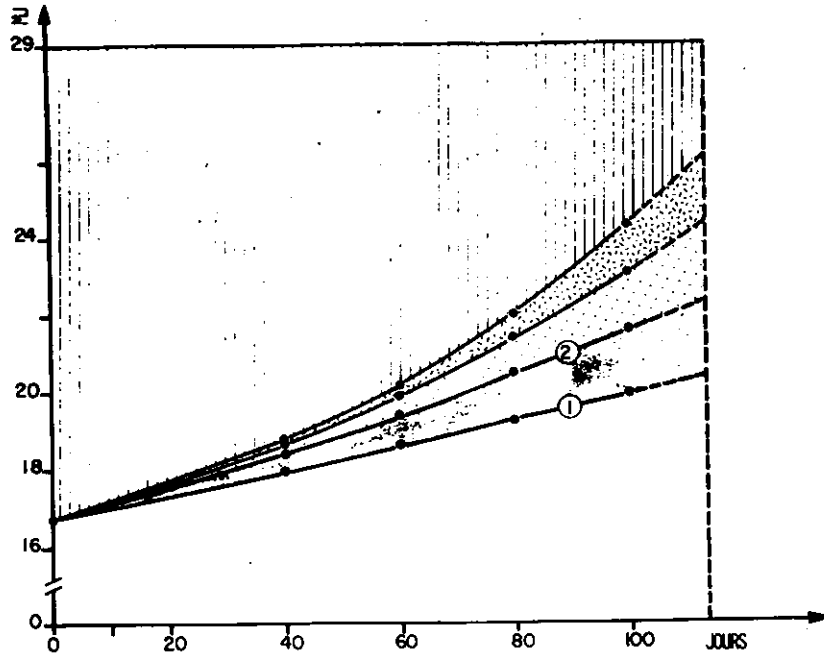
NIVEAU ALIMENTAIRE (MJ/jour)	29		20,5	
	Gravides	Non gravides	Gravides	Non gravides
Poids vif à la saillie (kg)	110	110	110	110
Gain de poids (kg)	65,0	41,0	45,0	24,0
Utérus (1)	24,5	—	22,0	—
Glande mammaire	2,0	—	1,5	—
Tissus maternels	38,5	41,0	21,5	24,0
Energie retenue (MJ)	1.005	1.067	358	423
Utérus	51	—	45	—
Glande mammaire	32	—	26	—
Tissus maternels	922	1.067	287	423

(1) Pour une portée de 12 fœtus.

Pour des femelles saillies à 110 kg, recevant 29 MJ d'EM/jour pendant la gestation, l'énergie retenue dans les tissus maternels diminue avec l'avancement de la gestation, passant de 12 MJ/jour, au début, à 3 MJ à l'approche de la parturition. Par contre, les besoins pour l'entretien et la croissance des tissus utérin et mammaire ne sont pas couverts à partir du 85^e jour de gestation (fig. 2b), pour des animaux ne recevant que 20,5 MJ d'EM/jour. Dans ces conditions, les femelles restent en bilan énergétique maternel négatif pendant 30 jours, le prélèvement sur les réserves maternelles pouvait atteindre jusqu'à 5 MJ/jour pendant les derniers jours de la gestation.

FIGURES 2a et 2b

Répartition de l'EM (Mégajoules) entre la production de chaleur des animaux non gestants , la production de chaleur associée avec la gestation , et l'énergie fixée dans les tissus utérins , mammaires  et maternels . Les courbes 1 et 2 correspondent aux productions de chaleur des animaux non-gravides et gravides, respectivement.



DISCUSSION

1 - L'anabolisme de gestation

L'anabolisme gravidique a été observé par de nombreux auteurs, généralement chez des truies multipares (SALMON-LEGAGNEUR et RERAT, 1962). Nos propres résultats tout comme ceux de WILDE et al. (1973) ne mettent pas en évidence d'anabolisme pondéral, chez la femelle primipare. La continuation de la croissance chez ces jeunes animaux et le recours à des niveaux d'alimentation relativement bas peuvent expliquer, en partie, cette contradiction avec les résultats plus anciens. Quoi qu'il en soit, l'anabolisme de gestation ne saurait être de nature énergétique, comme l'avaient précédemment montré de WILDE et al. (1973) et LODGE et al. (1979). Par contre, la gestation s'accompagnerait d'une augmentation de la rétention azotée. Mais, la variabilité élevée de nos résultats ne nous permet pas de confirmer l'existence d'un anabolisme protéique, c'est-à-dire d'une rétention azotée dans les seuls tissus maternels, supérieure lorsque l'animal est gravide. Les résultats de de WILDE et al. (1973) et de HOVELL et al. (1977) laissent penser que l'anabolisme protéique n'existe pas.

En résumé, le gain total de gestation et la rétention azotée totale sont supérieurs chez les animaux gravides. Mais le gain de poids et la rétention azotée chez la truie non gravide sont équivalents ou même supérieurs au gain de poids net et à la rétention azotée dans les tissus maternels, de la truie gravide. Enfin, la rétention énergétique totale et, *a fortiori*, la fixation d'énergie dans les tissus maternels, sont inférieures chez les femelles gravides.

2 - Besoins énergétiques de la truie en gestation

L'application d'un niveau d'apport d'énergie bas pendant toute la gestation (20,5 MJ d'EM) aboutit à un gain de poids net voisin de 20 kg et à une couverture insuffisante des besoins énergétiques de la truie à partir du 85^e jour de gestation. Un apport supplémentaire de 6 MJ d'EM permettrait de couvrir ces besoins pendant les jours précédant la mise-bas. Si ce niveau énergétique de 27 MJ d'EM était maintenu pendant toute la gestation, le gain net de gestation serait, d'après nos données, de l'ordre de 35 kg. Nous pouvons donc considérer qu'un apport minimal de 27 MJ d'EM par jour assure à la truie primipare un gain de gestation suffisant, tout en lui permettant de couvrir les besoins énergétiques correspondant au développement des produits de la conception et à sa croissance propre.

Dans notre essai, les conditions d'habitat étaient maintenues optimales (température d'ambiance de 20°C). La recommandation de 27 MJ ne saurait donc s'appliquer que dans des conditions d'élevage favorables puisque, par exemple, une exposition prolongée au froid réduit, de façon importante, les dépôts maternels. Aussi, un apport voisin de 30 MJ d'EM par jour, à des femelles primipares, ne semble pas excessif dans les conditions d'élevage habituelles. Ceci rejoint les conclusions de HENRY et ETIENNE (1978).

CONCLUSIONS

Cette étude préliminaire descriptive du métabolisme énergétique de la truie nullipare en gestation a permis de préciser la nature de l'anabolisme gravidique, de quantifier l'évolution des dépenses énergétiques avec l'avancement de la gestation et de contribuer à des recommandations pour la couverture de ces dépenses. En ce qui concerne le premier point, nos résultats, en accord avec ceux de la bibliographie, montrent qu'il n'y a pas d'anabolisme gravidique pondéral, énergétique ou protéique, chez la truie primipare. Cet essai nous fournit également quelques éléments pour une approche factorielle des besoins énergétiques de la truie nullipare, en particulier des estimations de son besoin d'entretien (410-420 KJ d'EM/kg^{0,75} et de l'efficacité d'utilisation de l'énergie pour les dépôts corporels (80 %), qui sont comparables à celles obtenues chez des femelles non gravides. Enfin, ce travail permet de proposer une recommandation d'apport énergétique de 27 à 30 MJ d'EM (soit 6,8 à 7,5 MCal d'énergie digeste) pendant la gestation, cet apport pouvant varier notamment avec les conditions d'élevage.

BIBLIOGRAPHIE

- CLOSE W.H., HEAVENS R.P., NOBLET J., START I.B. (1978) - J. Physiol. **284**, 11-12 P.
- DE WILDE R., VAN SPAENDONCK R., VANSCHOUBROEK F. (1974) - In Menke K.H., Lantzh H.J., and Reichl J.R., Energy metabolism of farm animals, 197-200, EAAP Pub n° 14 Univ. Hohenheim ed., Stuttgart.
- HENRY Y., ETIENNE M. (1978) - Journées Rech. Porcine en France, **10**, ITP éd., Paris.
- HOVELL F.D. DE B., Mac PHERSON R.M., CROFTS R.M.J., SMART R.I. (1977) - Anim. Prod. **25**, 281-290.
- LODGE G.A., FRIEND D.W., WOLYNETS M.S., (1979) - Can. J. Anim. Sci **59**, 51-61.
- NOBLET J., CLOSE W.H. (1979) - Proceedings of the 8th Symposium on Energy metabolism - Cambridge (sous presse).
- SALMON-LEGAGNEUR E., RERAT A. (1962) - In "Nutrition of Pigs and Poultry", p. 207-223 (ed. J.T. Morgan and D. Lewis). Butterworths - London.
- VERSTEGEN M.W.A. (1971) - Thèse 71.2 Medelingen Landbouwhogeschool Wageningen, Nederland.