

A832

ÉTUDE DU MÉTABOLISME ÉNERGÉTIQUE DE LA TRUIE EN LACTATION

Résultats préliminaires

J. NOBLET, M. ÉTIENNE, P. LECHAUX (*)

*Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs
I.N.R.A. - Centre de Rennes-St Gilles - 35590 L'HERMITAGE*

*Avec la collaboration technique de Martine BINARD, Annick BLANCHARD, Nadine MÉZIÈRE,
Christine VACHOT, S. DUBOIS, J. LEBOST, Y. LEBRETON, R. LEVREL, M. MASSARD et A. ROGER*

INTRODUCTION

Les normes alimentaires des truies résultent essentiellement d'expériences dans lesquelles on recherchait l'influence à plus ou moins long terme de différents apports nutritionnels sur les performances de reproduction d'animaux en lots. Les conclusions de ces travaux font ressortir la grande sensibilité de la mère par rapport à sa portée aux variations d'alimentation (HENRY et ÉTIENNE, 1978 ; DUÉE et SÈVE, 1978). Cependant, des divergences importantes subsistent entre les recommandations existantes, notamment en ce qui concerne les apports énergétiques. Cette incertitude est due en partie à la diversité des critères considérés, à l'importance relative qu'on leur accorde et à leur variabilité élevée. Seule l'amélioration des connaissances sur le métabolisme énergétique des truies permettra de préciser leurs besoins nutritionnels. En particulier, il est nécessaire de procéder à des études dans lesquelles les dépenses des animaux seront quantifiées en fonction de leurs caractéristiques corporelles, de leur niveau de production et des conditions du milieu où ils se trouvent placés. Peu de travaux de ce type ont été réalisés chez la truie en raison de leur lourdeur et de leur coût élevé. Quelques résultats fiables sur femelles nullipares gravides sont à présent disponibles (DE WILDE *et al.*, 1973 ; DE WILDE, 1980 a, b ; NOBLET et CLOSE, 1980). Par contre, la lactation demeure très mal connue sur le plan du métabolisme énergétique à cause des difficultés méthodologiques inhérentes à cette période chez la truie. Ce problème n'a été abordé que sur un faible nombre d'animaux maintenus en chambres respiratoires (BURLACU, 1982) et durant une courte période de lactation (7 jours : DE LANGE *et al.*, 1980). Compte tenu des carences qui existent et de la possibilité qui nous a été offerte récemment de procéder à ce type de travail, nous avons décidé de porter un effort particulier sur la truie allaitante. L'étude présentée fait partie d'un programme plus vaste auquel collaborent plusieurs équipes de recherches de l'I.N.R.A. Il est entrepris dans le but de mieux connaître les possibilités de constitution et de mobilisation des réserves corporelles de la truie. Diverses mesures sont effectuées aux niveaux tissulaires et sur la femelle dans son ensemble, tout au long du cycle de reproduction. Mais nous nous limiterons dans la suite à l'étude du métabolisme énergétique de la truie au cours de la lactation.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'expérience est prévue sur 10 blocs de truies nullipares Large White, mais seuls les résultats obtenus sur 4 d'entre eux, actuellement disponibles, sont présentés dans cet article.

(*) Adresse actuelle : Institut Technique du Porc - S.C.A. Pen Ar Lan Maxent - 35380 PLELAN-LE-GRAND.

Chaque bloc comporte 2 sœurs de portée dont la vitesse de croissance a été égalisée jusqu'à la puberté. Elles sont saillies le même jour après synchronisation des œstrus par traitement au Régumate. Pendant la gestation, elles reçoivent quotidiennement 2,2 kg d'un aliment à 3 060 Kcal ED/kg et 12,8 % de matières azotées. Avant la parturition, les femelles sont mises en cages à bilan, elles-mêmes placées dans des chambres respiratoires fonctionnant en circuit ouvert et dont la température est maintenue à 18 °C. Après mise-bas, les portées sont égalisées à 9 ou 10 porcelets qui restent dans les chambres sur un sol en flat-deck leur permettant de têter normalement leur mère. Ils disposent également d'une niche chauffée, mais ne reçoivent pas d'aliment complémentaire.

TABLEAU 1
COMPOSITION DES RÉGIMES

Lot	H	B
Niveau d'alimentation (Kg/J)	5	3,5
Matières premières %		
Orge	10	14,3
Blé	21	30
Maïs	40,5	5,75
Gluten de maïs	—	8,05
Huile de maïs	—	1,15
Son de blé	5,0	7,1
Soja 50	12,35	17,7
Mélasse	3,0	4,3
C. minéral	4,0	5,2
C. vitaminique	4,2	6,0
Total	100	100
Résultats d'analyse		
Matière sèche %	88,5	88,4
Énergie brute (Kcal/kg aliment)	3 821	3 841
Matières azotées (% frais)	14,4	20,8
Cellulose brute (% frais)	2,14	2,09
Apports quotidiens		
Énergie digestible (Kcal/J)	16 565	11 676
Matières azotées (g/J)	721	728

Les truies d'un même bloc sont réparties entre 2 lots « Haut » (H) ou « Bas » (B), l'aliment étant distribué à raison de 5 ou 3,5 kg/jour respectivement dans ces 2 groupes. La formulation des régimes utilisés, rapportée au tableau 1, est telle que seul le niveau d'ingestion d'énergie diffère entre les lots. En particulier, les apports journaliers de minéraux, vitamines, protéines, et la composition en acides aminés de ces dernières sont identiques. De plus, le rapport lipides/ED ingérés est le même. Le niveau de consommation fixé est atteint progressivement au 3ème jour après la mise-bas. Les urines et fèces des truies sont collectées au cours de 2 périodes : du 5ème au 13ème jour, et du 13ème au 21ème jour de lactation. De la parturition au sevrage, effectué à 22 jours après mise-bas, les quantités d'oxygène consommé et de gaz carbonique produit par l'ensemble truie + portée sont déterminées 3 jours sur 4 par périodes de 24 heures. A 1, 5, 9, 13, 17 et 21 jours de lactation, les porcelets sont séparés de leur mère pour mesurer sa production laitière. Celle-ci est appréciée durant une période de 12 heures consécutives par pesée des porcelets

avant et après chaque têtée autorisée toutes les 72 mm environ. Les pesées sont effectuées sur une balance Mettler PK 60 équipée d'un système d'intégration et dont la précision est de 1 g pour une portée de 60 kg. Entre les têtées, des porcelets sont placés alternativement pour chaque portée dans une chambre respiratoire en confinement de façon à quantifier leurs échanges respiratoires. Les valeurs obtenues pendant la journée de mesure sont mises en relation avec le poids métabolique des animaux ($P^{0,75}$) et permettent de calculer par interpolation leurs échanges gazeux entre les jours de contrôles de lactation. A partir de là, il est donc possible d'évaluer les échanges respiratoires propres de la truie en retirant de ceux de l'ensemble truie + portée l'estimation faite sur les porcelets seuls. On en déduit le Q.R. (quotient respiratoire = O_2 consommé/ CO_2 produit) et la production de chaleur de la truie. Enfin, la composition du lait est déterminée sur un échantillon représentatif d'une têtée obtenu après injection intraveineuse de 10 UI d'ocytocine à la truie. Les traites sont effectuées la veille ou le lendemain des contrôles de production.

Les différentes déterminations chimiques sont :

- sur les aliments et les fèces : teneurs en matières sèches, minérales, organique, en énergie et en azote,
- sur l'urine : azote et énergie,
- sur les condensats recueillis à la sortie des chambres respiratoires : teneur en azote,
- sur le lait : taux de matières sèche et minérales, d'azote, d'énergie, de lipides,
- sur les gaz entrant dans les chambres et en sortant : concentrations en oxygène et en gaz carbonique.

A partir de ces informations, les bilans énergétiques, azotés et lipidiques sont établis. Des informations plus détaillées sur les méthodes de calcul seront fournies ultérieurement. Les résultats obtenus sont comparés par analyse de la variance.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les résultats zootechniques présentés au tableau 2 font apparaître une perte de poids des truies pendant la lactation d'autant plus élevée qu'elles sont plus rationnées en énergie, conformément aux résultats classiques (SALMON-LEGAGNEUR, 1965 ; ELSLEY *et al.*, 1969 ; HITCHCOCK *et al.*, 1971 ; LIBAL et WAHLSTROM, 1975). Au contraire, la production laitière n'est pas affectée de façon significative, bien que la valeur moyenne soit plus faible dans le lot B. Ceci est en accord avec les résultats de O'GRADY *et al.* (1973) indiquant qu'une sous-alimentation n'affectait ce critère qu'à long terme. L'écart entre les deux groupes s'explique partiellement par le moindre nombre de porcelets allaités par les truies du lot B. Le poids à 20 jours des porcelets ou le gain pondéral de la portée jusqu'au sevrage sont comparables dans les deux lots et peuvent être considérés comme des performances normales dans le cas de truies primipares. Il est possible de calculer l'indice de consommation des porcelets, qui reste significativement plus faible chez ceux des truies les plus rationnées. En réalité, lorsque le calcul de cet indice est basé non pas sur la quantité de lait consommé par les jeunes, mais sur son contenu énergétique, les valeurs obtenues sont identiques dans les deux lots, soit 4,25 Mcal d'énergie de lait/kg de gain de poids vif entre la naissance et 3 semaines d'âge. Compte tenu des différences de composition du croît des porcelets entre la naissance et le sevrage, il conviendra ultérieurement de préciser cette valeur en fonction de leur âge et de leur poids. Quoi qu'il en soit, la similitude de l'indice énergétique s'explique par les écarts de composition chimique du lait, plus riche en matière sèche et en énergie chez les truies du lot B (tableau 3). SALMON-LEGAGNEUR (1965) avait déjà noté que chez les truies rationnées, le lait, produit en moindre quantité, avait une teneur en matière sèche supérieure. Mais il est évident qu'une telle compensation ne peut se manifester au cours de plusieurs lactations au même régime (O'GRADY *et al.*, 1973).

TABLEAU 2
RÉSULTATS ZOOTECHNIQUES

Lot	H	B	S \bar{x} (1)	Signification (2)
Gain de poids net de gestation, kg	44,3	44,2	2,7	**
Gain de poids en lactation, kg	- 10,5	- 22,6	1,1	
Production laitière, kg lait/j	6,2	5,3	0,3	
Nombre de porcelets allaités	9,2	8,7	0,3	**
Poids moyen du porcelet à 20 jours, kg . .	5,2	5,3	0,2	
Gain de poids de la portée, kg	34,0	31,7	1,9	
Indice de consommation des porcelets :				
• kg lait/kg gain	3,61	3,35	0,03	
• Mcal lait/kg de gain	4,26	4,25	0,09	

(1) \bar{S}_x : écart type moyen résiduel.

(2) Signification statistique : ** : $P < 0,01$

* : $P < 0,05$

0,10 : $P < 0,10$

TABLEAU 3
COMPOSITION MOYENNE DU LAIT

Lot	H	B	S \bar{x}	Signification (2)
• Composition du lait :				0,10
– matière sèche, %	18,24	19,14	0,24	
– azote, %	0,79	0,79	0,03	
– lipides, %	7,12	7,59	0,26	
– matières minérales, %	0,71	0,77	0,02	
• Énergie, Kcal/kg lait	1 183	1 268	18	*

Les résultats de bilan énergétique et azoté moyen des truies entre la parturition et le sevrage sont rapportés au tableau 4. Aucune différence ne se manifeste pour l'utilisation digestive ou métabolique des protéines. Aussi, compte tenu d'une exportation dans le lait analogue pour les truies des deux lots, le bilan azoté est comparable pour tous les animaux, et proche de zéro. Ceci rejoint des conclusions qui avaient été tirées antérieurement sur des truies alimentées de façon similaire (ÉTIENNE, DUÉE, PASTUSZEWSKA, 1975).

Si la digestibilité apparente de l'énergie est la même dans les deux lots, le rapport énergie métabolisable/énergie digestible (EM/ED) est significativement plus élevé chez les truies du lot H. L'écart entre les groupes s'explique par le fait que l'excrétion azotée urinaire, responsable de la majeure partie des pertes énergétiques par cette voie, est indépendante du niveau de consommation d'énergie digestible des truies. Les valeurs de ce rapport, comprises entre 95 et 97 %, sont cependant proches de celles observées chez le porc en croissance (HENRY et ÉTIENNE, 1978). Il faut néanmoins remarquer que dans la présente étude, c'est la valeur apparente de l'EM qui est estimée, puisque les pertes d'énergie sous forme de gaz de fermentation, principalement de méthane, ne sont pas mesurées. Or, il se pourrait que celles-ci soient plus importantes chez la truie que chez l'animal plus jeune (VERSTEGEN, VAN ES et NIJKAMP, 1971).

TABLEAU 4
BILAN ÉNERGÉTIQUE ET AZOTÉ MOYEN DES TRUIES
ENTRE LA PARTURITION ET LE SEVRAGE

Lot	H	B	S \bar{x}	Signification
Nombre d'animaux	4	4		
Poids vif moyen, kg	168,9	171,9	2,4	
Gain de poids en lactation, g/j	- 500	- 1 100	50	**
Bilan azoté (g/j)				
Azote ingéré	98,9	101,8	7,3	
CUD N, %	86,7	89,4	0,5	
CRN, %	55,6	49,4	1,9	
Azote retenu	47,1	44,6	4,1	
Azote du lait	47,5	41,9	1,8	
Bilan azoté maternel	- 0,4	+ 2,7	4,2	
Bilan énergétique (Kcal/j)				
CUD Énergie, %	87,9	87,3	0,3	
EM/ED, %	96,8	95,1	0,3	*
Énergie métabolisable	14 542	9 843	562	**
Production de chaleur	7 830	7 138	231	
Quotient respiratoire	1,03	0,89	0,02	*
Énergie retenue totale	6 712	2 704	393	**
Énergie du lait	7 288	6 673	264	
Bilan énergétique maternel	- 576	- 3 968	504	*
• dont protéines	- 15	+ 86	150	
• dont lipides	- 561	- 4 066	398	**

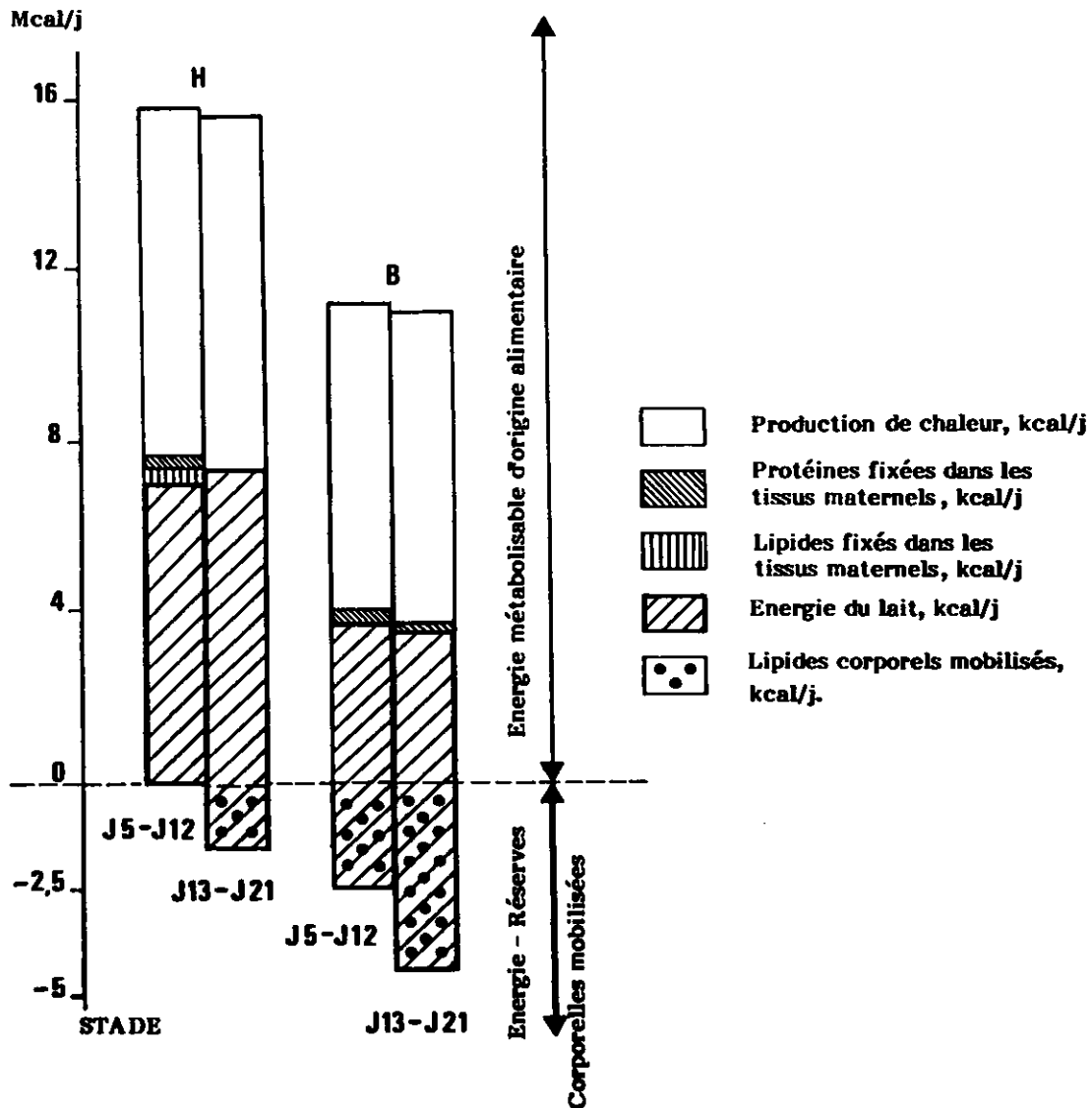
** : P < 0,01 — * : P < 0,05.

La production de chaleur des truies ne diffère pas dans les deux lots, bien qu'elle tende à être moindre chez celles qui consomment le moins d'aliment (B). Les pertes énergétiques aux niveaux digestif et métabolique étant comparables pour toutes les truies, la réduction de 31 % de l'énergie brute ou digestible ingérée dans le lot B par rapport au lot A passe à 60 % lorsque l'on considère l'énergie retenue dans les productions (lait + dépôts dans les tissus maternels). En l'absence d'effet du traitement sur la quantité d'énergie exportée dans le lait, le bilan énergétique maternel, négatif dans les deux groupes, est particulièrement bas chez les truies les plus rationnées (- 4 Mcal/jour). Cette observation est en accord avec la réduction significative du quotient respiratoire chez les truies du lot B (0,89 contre 1,03 dans le lot H). Connaissant l'énergie fixée dans l'organisme maternel sous forme de protéines à partir des résultats de bilan azoté, il est donc possible d'estimer la quantité d'énergie retenue par la truie sous forme de lipides. Elle est très proche du bilan énergétique puisque l'accrétion protéique est pratiquement nulle. Elle est négative dans les deux lots, surtout chez les truies du groupe B. Si l'on attribue aux lipides mobilisés une valeur énergétique de 9,2 Kcal/g, on peut donc estimer à 60 et 440 g la mobilisation quotidienne de graisses de réserve respectivement pour les truies des lots H et B. Il s'agit là d'une perte élevée, tout au moins chez les femelles rationnées, mais qui n'explique que partiellement la variation pondérale des animaux. Le problème de la nature des tissus corporels mobilisés pendant la lactation a donné lieu à des hypothèses apparemment contradictoires (ÉTIENNE, 1979 ; DUÉE et DESMOULIN, 1982 ; ÉTIENNE, PICHOT et DESMOULIN, 1982) qui n'ont encore pu être vérifiées. On peut penser que dans le cas présent, la variation du poids vif des truies ne reflète la diminution pondérale des tissus que de façon imparfaite, en raison des diffé-

rences de contenus digestifs entre la parturition et le sevrage (ÉTIENNE, PICHOT et DESMOULIN, 1982). De plus, les bilans azotés sont généralement surestimés. Il n'en demeure pas moins que d'autres éléments, notamment l'eau, sont certainement mobilisés en plus des lipides. Mais ceci reste à démontrer à partir de mesures de composition chimique corporelle des truies.

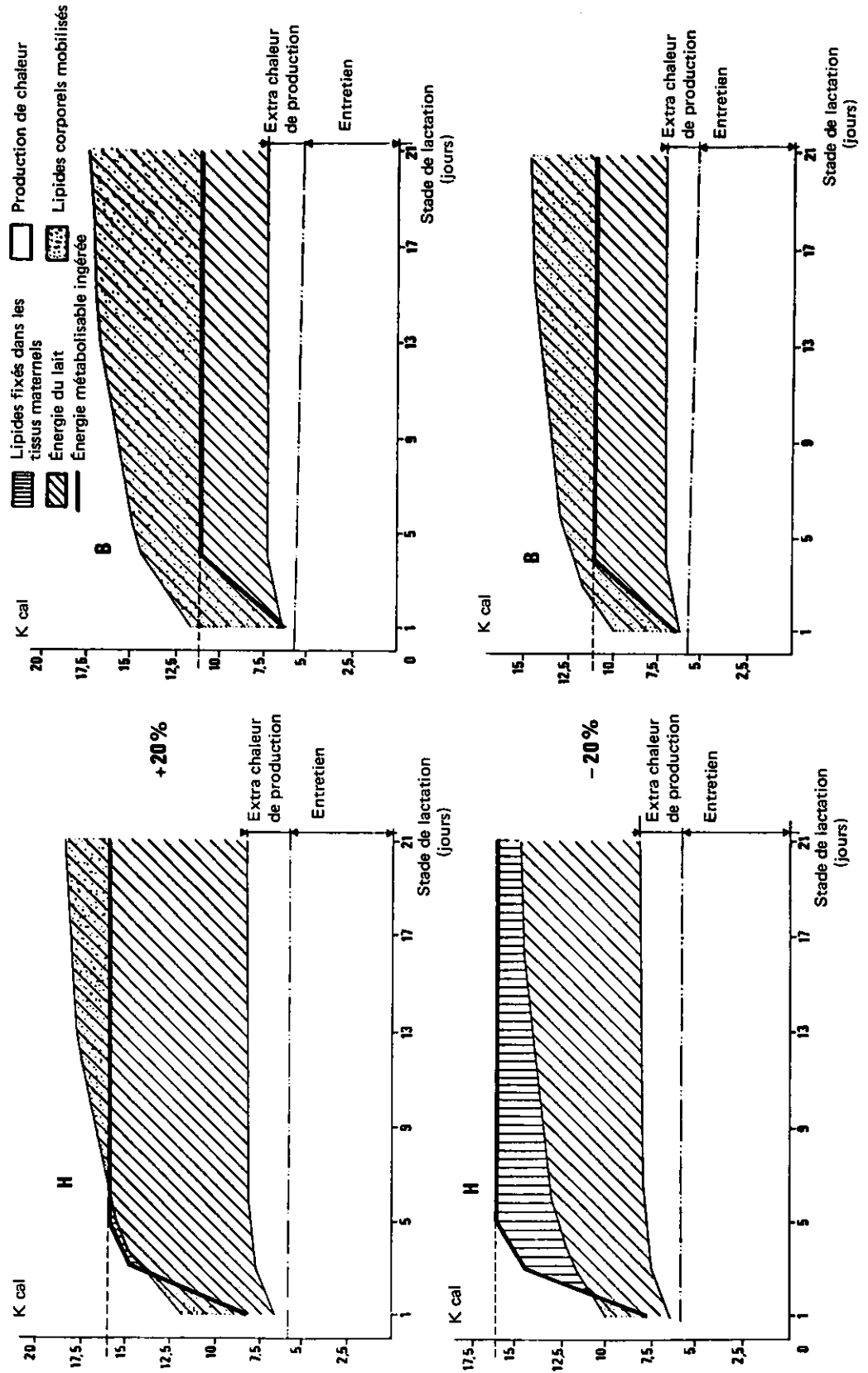
FIGURE 1

RÉPARTITION DE L'ÉNERGIE MÉTABOLISABLE INGÉRÉE ET DES RÉSERVES CORPORELLES MOBILISÉES ENTRE LA PRODUCTION DE CHALEUR, L'ÉNERGIE DU LAIT ET L'ÉNERGIE FIXÉE (PROTÉINES, LIPIDES) DANS LES TISSUS MATERNELS



Les résultats des bilans énergétiques représentés sur la figure 1 permettent de distinguer les périodes 5-12 jours et 13-21 jours après mise-bas, en éliminant les résultats des premiers jours au cours desquels le niveau d'alimentation fixé n'était pas atteint. Pendant la 2ème partie de la lactation, la quantité de protéines fixées quotidiennement au niveau corporel se réduit. Mais surtout, parallèlement à l'augmentation de la production laitière moyenne, l'élévation des besoins en énergie qui en résulte provoque une lipolyse accrue. Ceci est aussi net chez les truies du lot H où, après avoir été positif (+ 228 Kcal/jour), le bilan lipidique devient négatif (- 1 495 Kcal/jour), que chez les femelles les plus rationnées où il passe de - 2 499 Kcal/jour à - 4 381 Kcal/

FIGURE 2
ÉVOLUTION DU BILAN ÉNERGÉTIQUE DE LA TRUIE ALLAITANTE EN FONCTION DE SON NIVEAU DE PRODUCTION LAITIÈRE
ET DE L'ÉNERGIE MÉTABOLISABLE INGÉRÉE



jour. Ces résultats confirment les observations de SALMON-LEGAGNEUR (1965) selon lesquelles la lipolyse, appréciée à travers les variations d'épaisseur de lard dorsal, s'accroît avec l'avancement de la lactation. Ceci montre à quel point les variations de production laitière sont susceptibles d'altérer le bilan énergétique des truies. Il ne faut pas non plus oublier que dans l'expérience présente, il s'agit d'animaux primipares dont les performances de lactation sont moyennes pendant une lactation courte et qui, n'ayant pas encore atteint leur poids d'adulte, ont un besoin énergétique d'entretien limité. Les graphiques de la figure 2, établis grâce à des calculs effectués à partir des résultats de cette étude, montrent ce qu'il adviendrait des réserves lipidiques de ces femelles dans le cas d'une modification de 20 % en plus ou en moins de leur production de lait. C'est ainsi que si elle avait été de 4,6 ou de 7 kg de lait/jour, les truies du lot H auraient déposé 4,2 kg de lipides ou en auraient perdu 2,9 kg au cours des 3 semaines de lactation. Dans les mêmes conditions, les femelles du lot B auraient mobilisé 4,7 ou 11,8 kg de graisses.

Conformément à des résultats antérieurs (ÉTIENNE, PICHOT, DESMOULIN, 1982), le recours aux réserves adipeuses des truies à productivité moyenne ou élevée paraît donc inéluctable. Ceci souligne la nécessité de leur reconstitution qui ne semble donc possible que pendant la gestation. En ce qui concerne la lactation proprement dite, la poursuite de cette étude devrait nous permettre, à partir d'un plus grand nombre de bilans, de préciser en particulier le besoin énergétique d'entretien et les rendements pour la synthèse du lait suivant que l'énergie est d'origine alimentaire ou qu'elle est puisée dans les tissus de l'animal. Il sera alors possible de quantifier, par la méthode factorielle, les besoins des truies en lactation en fonction de leur niveau de production.

BIBLIOGRAPHIE

- BURLACU G., ILIESCU M., CARAMIDA P., 1982. Efficiency of food utilization by pregnant and lactating sows. Proceedings of the 9th Symposium on Energy Metabolism, E.A.A.P., Oslo.
- DE LANGE P.G.B., VAN KEMPEN G.J.M., KLAVER J., VERSTEGEN M.W.A., 1980. *J. Anim. Sci.*, **50**, 886-891.
- DE WILDE R.O., 1980a. *Livest. Prod. Sci.*, **7**, 497-504.
- DE WILDE R.O., 1980b. *Livest. Prod. Sci.*, **7**, 505-510.
- DE WILDE R., VAN SPAENDONCK R., VANSCHOUBROEK F., 1973. Energy retention of pregnant and non pregnant gilts, 197-200. In MENKE K.H., LANTZCH H.J., REICHL J.R., Energy metabolism of farm animals, E.A.A.P. Pub. n° 14, Univ. Hohenheim, Stuttgart.
- DUÉE P.H., DESMOULIN B., 1982. *Journées Rech. Porcine en France*, **14**, 91-96.
- DUÉE P.H., SEVE B., 1978. *Journées Rech. Porcine en France*, **10** 167-208.
- ELSLEY F.W.H., BANNERMAN M., BATHURST E.V.J., BRACEWELL A.G., CUNNINGHAM J.M.M., DODSWORTH T.L., DODDS P.A., FORBES T.J., LAIRD R., 1969. *Anim. Prod.*, **11**, 225-241.
- ÉTIENNE M., 1979. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **19**, 289-302.
- ÉTIENNE M., DUÉE P.H., PASTUSZEWSKA B., 1975. *Livest. Prod. Sci.*, **2**, 147-156.
- ÉTIENNE M., PICHOT J.P., DESMOULIN B., 1982. *Journées Rech. Porcine en France*, **14**, 97-108.
- HENRY Y., ÉTIENNE M., 1978. *Journées Rech. Porcine en France*, **10**, 119-166.
- HITCHCOCK J.P., SHERRITT G.W., GOBBLE J.L., HAZLETT V.E., 1971. *J. Anim. Sci.*, **33**, 30-34.
- LIBAL G.W., WAHLSTROM R.C., 1975. *J. Anim. Sci.*, **41**, 1542-1545.
- LODGE G.A., FRIEND D.W., WOLYNETZ M.S., 1978. *Can. J. Anim. Sci.*, **59**, 51-61.
- NOBLET J., CLOSE W.H., 1980. *Journées Rech. Porcine en France*, **12**, 291-298.
- O'GRADY J.F., ELSLEY F.W.H., MAC PHERSON R.M., Mc DONALD I., 1973. *Anim. Prod.*, **17**, 65-74.
- SALMON-LEGAGNEUR E., 1965. *Ann. Zootech.*, **14**, N° 1 H.S., 1-137.
- VERSTEGEN M.W.A., VAN ES A.J.H., NIJKAMP N.J., 1971. *Anim. Prod.*, **13**, 677-684.