

INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE AMBIANTE SUR LES DÉPENSES ÉNERGÉTIQUES DE LA TRUIE GRAVIDE.

interaction avec la nature du régime (paille, luzerne)

J. NOBLET, J.Y. DOURMAD, S. DUBOIS, J. LE DIVIDICH

Institut National de la Recherche Agronomique - Station de Recherches Porcines, Saint-Gilles, 35590 L'HERMITAGE

Avec la participation technique de Annick BLANCHARD, Martine FILLAUT, Nadine MÉZIÈRE, J. LEBOST et A. ROGER

1. INTRODUCTION

Les besoins énergétiques de la truie gravide sont fonction de son poids vif, de l'importance et de la composition du gain et, dans une moindre mesure, de la taille de la portée (DOURMAD, 1987 ; NOBLET et ETIENNE, 1987). Le maintien de la truie à une température inférieure à la température critique se traduit par une augmentation de la production de chaleur et donc des besoins énergétiques si l'on souhaite maintenir le niveau des performances (VERHAGEN et al., 1985). Or les techniques d'élevage telles que l'attache des truies, l'emploi d'un sol en caillebotis béton ou l'élevage en plein air (LE DENMAT, 1985) conduisent à maintenir la truie gravide au-dessous de sa température critique, notamment pendant la période hivernale.

En complément de sa ration de base, la truie peut disposer de sources énergétiques non conventionnelles (paille et herbe lorsqu'elle est élevée en plein air, par exemple) dont la valeur nutritive est mal connue (ETIENNE, 1987). Deux essais ont alors été mis en place de façon à quantifier les effets de la température ambiante sur l'accroissement des besoins énergétiques de la truie gravide (essais 1 et 2) et à mesurer la valeur nutritive de la paille de blé et de la farine de luzerne en relation avec la température ambiante (essai 2).

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

2.1.1. Essai 1

Quatre truies multipares de race Large-White sont maintenues en chambre respiratoire à partir de 30 jours de gestation, pendant 3 périodes successives de 8 jours (P1, P2 et P3). Le poids vif moyen des animaux au début de l'expérience est de 198 kg. La température dans la chambre respiratoire est maintenue à 20, 14 et 8°C, respectivement au cours de P1, P2 et P3. Chaque période comprend un jour d'adaptation et 3 jours de mesure à un niveau alimentaire 1 puis 1 jour de transition et 3 jours de mesure à un niveau alimentaire 2.

Pour 2 truies, le niveau 1 correspond à l'apport quotidien de 2.1 kg d'aliment (niveau Bas) et le niveau 2 à 2.7 kg (niveau Haut). Les 2 autres truies reçoivent respectivement 2.7 et 2.1 kg par jour. La composition et les caractéristiques nutritionnelles de l'aliment sont indiquées au tableau 1 (lot 1).

TABLEAU 1
COMPOSITION, RÉSULTATS D'ANALYSE ET
CARACTÉRISTIQUES NUTRITIONNELLES DES RÉGIMES
(essai 1 : lot 1, essai 2 : lots 1, 2, et 3)

Lot Régime	1 Témoin (T)	2 + Paille	3 + Luzerne
Composition (%)			
Maïs	27.0	21.0	21.0
Blé	26.5	20.7	20.7
Orge	27.0	21.0	21.0
Mélasses	3.0	2.3	2.3
Tourteau de soja	11.7	9.1	9.1
Paille de blé	—	22.2	—
Farine de luzerne	—	—	22.2
Mélange minéral-vitamines (1)	4.20	3.23	3.23
Oxyde de titane	.60	.47	.47
Résultats d'analyse (2)			
Matières minérales, %	5.8	5.6	7.2
Matières azotées, %	14.9	12.3	14.5
Cellulose brute, %	2.7	10.4	8.3
N.D.F., %	8.6	21.4	15.2
A.D.F., %	3.5	12.3	9.7
Energie brute, cal/g	3680	3736	3703

(1) Lot 1 : Phosphate bicalcique : 2.0 % ; carbonate de calcium : 1.5 % ; sel : 0.5 % ; oligo-éléments et vitamines : 0.20 %

Lots 2 et 3 : Phosphate bicalcique : 1.6 % ; carbonate de calcium : 1.1 % ; sel : 0.38 % ; oligo-éléments et vitamines : 0.15.

(2) Résultats ramenés à 88 % de matière sèche.

2.1.2. Essai 2

Douze truies multipares de race Large-White sont réparties en trois lots de quatre truies recevant 3 régimes différents. La composition des 3 aliments expérimentaux utilisés (voir

tableau 1) est telle que tous les animaux reçoivent quotidiennement l'équivalent de 2.3 kg de l'aliment distribué au lot 1 (témoin). Les truies des lots 2 et 3 reçoivent en complément 660 g de paille de blé moulue (lot 2) ou de farine de luzerne (lot 3). Au début de l'expérience, le poids vif moyen des animaux est de 205 kg et leur stade de gestation de 39 jours. Chaque truie est maintenue pendant 35 jours en chambre respiratoire. Après une période d'adaptation d'une journée et 3 jours de mesure à la température de 23°C, la température ambiante est abaissée successivement à 20, 17, 14, 11 et 8°C puis remontée à 11, 14, 17, 20 et 23°C. Chaque palier de température dure 3 jours, à l'exception du palier 8°C qui est maintenu pendant 4 jours. Le changement de température est effectué sur 3 heures à raison d'un °C par heure.

Dans les 2 essais, les truies ont reçu leur aliment expérimental pendant les 3 semaines précédant les mesures en chambre respiratoire.

2.2. MESURES ET CALCULS

Au cours de la période en chambre respiratoire, on procède à la collecte des fèces, de l'urine et à la mesure quotidienne des échanges respiratoires (production de gaz carbonique et de méthane et consommation d'oxygène). Dans l'essai 1, les excréta sont collectés pour chaque période, à l'exclusion du jour d'adaptation. Dans l'essai 2, chaque collecte correspond aux températures 23 et 20°C, 17 et 14°C, 11, 8 et 11°C, 14 et 17°C et 20 et 23°C. Pour chaque niveau de température, le premier jour est considéré comme journée d'adaptation. La production de chaleur moyenne pour chaque température a donc été calculée à partir des échanges respiratoires des deux autres jours de mesure. Dans l'essai 1, les truies ont été pesées au début et à la fin de l'expérience. Dans l'essai 2, les animaux sont pesés au début et à la fin de l'expérience, après le passage à 11°C (et avant celui à 11°C) et après le passage à 11°C (et avant celui à 14°C). L'activité physique des animaux appréciée par la durée et la fréquence de la station debout est mesurée à l'aide de barrières infra-rouges, les durées étant cumulées sur des périodes de 24 heures.

Les analyses chimiques effectuées sur les aliments et les excréta et les méthodes pour le calcul des échanges respiratoires, de la production de chaleur, de l'énergie métabolisable (EM) ingérée et des bilans énergétiques ont été précédemment décrites (NOBLET et ETIENNE, 1987).

Les données de l'essai 1 ont été soumises à une analyse de variance avec comme facteurs de variation la truie, la température ambiante, le niveau alimentaire et l'interaction entre

la température ambiante et le niveau alimentaire. L'effet du niveau d'activité des animaux sur les données de bilan énergétique n'a pu être inclus comme covariable, cet effet étant déjà compris dans les effets truie et température. L'extra-chaleur associée à la transformation de l'EM en énergie fixée entre les niveaux Bas et Haut est obtenue à chacune des 3 températures à partir de l'analyse de covariance de la production de chaleur, incluant comme effet principal, le numéro de la truie et comme covariable, l'EM ingérée. La pente d'ajustement de la covariable représente alors l'extra-chaleur.

Dans l'essai 2, en raison de variations de la production de chaleur liées à des différences de poids vif et de niveau d'activité des animaux entre les 3 lots, les données de bilans énergétiques ont été analysées par covariance, les covariables étant le poids vif et le niveau d'activité et les facteurs principaux, le traitement alimentaire et la température ambiante. Par ailleurs, les variations de production de chaleur associées aux variations de la température ambiante sont comparables pendant les phases de température décroissante (23 à 8°C) et de température croissante (8 à 23°C) (voir figure 1). Les deux données concernant la même température ont alors été poolées, éliminant ainsi les effets stade de gestation et variations de poids vif.

3. RESULTATS

Le gain de poids des truies de l'essai 1 sur l'ensemble de la période expérimentale a été de 5 kg. Pour un poids vif de 205 kg au début de l'expérience, les truies de l'essai 2 pèsent en moyenne 208 kg à la fin du passage à 14°C (températures décroissantes), 209 kg avant le passage à 14°C (températures croissantes) et 216 kg à la fin de l'expérience. Les variations de poids des truies de l'essai 2 ne sont pas affectées par le traitement expérimental.

3.1. UTILISATION DIGESTIVE DES REGIMES (tableaux 2 et 3) :

L'addition de paille (lot 2) ou de farine de luzerne (lot 3) se traduit par une réduction significative de l'utilisation digestive (CUD) de l'énergie et de l'azote et de la teneur en énergie digestible (ED) des régimes. Le CUD de l'énergie ou de l'azote n'est pas affecté par la température ambiante. Toutefois, avec l'abaissement de la température, l'excrétion azotée urinaire s'accroît significativement ; il en résulte que la teneur en énergie métabolisable (EM) des régimes est significativement diminuée lorsque la température ambiante diminue. L'addition de paille entraîne, par rapport au lot 1, une

TABLEAU 2
UTILISATION DIGESTIVE DES REGIMES ET BILANS AZOTES (essai 2)

Lot	1	2	3	Ecart-type	Signification statistique
Utilisation digestive (1)(2)					
C.U.D. énergie	88.4	72.5	78.9	1.7	R**
C.U.D. azote	84.9	74.2	75.4	3.4	R**
Energie digestible, kcal/kg	3253	2722	2924	64	R**
Energie métabolisable, kcal/kg	3082	2585	2738	69	R** ; T**
Energie méthane, % énergie brute	0.83	0.43	0.95	0.08	R**
Bilan azoté, g/j (2)					
Azote ingéré	54.7	57.4	68.4	1.5	R**
Azote absorbé	46.3	42.6	51.6	62.4	R**
Azote fixé	5.9	7.9	7.3	5.2	T**

(1) Résultats ramenés à 88 % de matière sèche

(2) Chaque résultat correspond à la moyenne de 20 données (4 animaux x 5 périodes par animal).

(3) R : effet régime ; T : effet température. Niveaux de signification : ** : P < 0.01

diminution de la production de méthane, que les données soient exprimées en % de l'énergie brute ingérée ou en quantités par jour (47 kcal contre 70 kcal, respectivement dans les lots 2 et 1). A l'inverse, l'addition de luzerne provoque un accroissement de la production quotidienne de méthane (104 kcal contre 70 kcal, respectivement dans les lots 3 et 1). Enfin, l'analyse statistique ne fait apparaître aucune interaction entre la température ambiante et le régime sur l'utilisation digestive de l'énergie et de l'azote.

Les données relatives à la composition chimique et à la valeur nutritive de la paille de blé et de la farine de luzerne sont présentées dans le tableau 3. Les teneurs en ED, calculées par différence, sont équivalentes à respectivement 1024 et 2042 kcal par kg de produit sec ; les CUD de l'énergie correspondant sont 23.5 et 47.5 %. La paille, elle-même très pauvre en matières azotées, exerce un effet dépressif marqué sur la digestibilité apparente des matières azotées du régime de base. A l'inverse, la teneur en matières azotées digestibles de la farine de luzerne est voisine de 56 g par kg de produit sec (soit un CUD de l'azote voisin de 38%). Dans la mesure où les besoins azotés de la truie sont couverts par le régime de base (lot 1), l'équivalent des matières azotées digestibles apportées par la luzerne est catabolisé à des fins énergétiques. Ceci se traduit par un écart important entre les teneurs en EM et ED pour la farine de luzerne (1775 contre 2042 kcal/kg de produit sec). A l'inverse, les valeurs ED et EM de la paille de blé sont comparables (respectivement 1024 et 1006 kcal/kg de produit sec).

TABLEAU 3

COMPOSITION ET UTILISATION DIGESTIVE DE LA PAILLE DE BLÉ ET DE LA FARINE DE LUZERNE (essai 2)

	Paille de blé	Farine de luzerne
Résultats d'analyse (1)(2)		
Matières minérales, %	5.4	13.8
Matières azotées, %	4.0	14.8
Cellulose brute, %	42.2	31.2
N.D.F., %	74.2	43.0
A.D.F., %	48.2	35.2
Energie brute, cal/g	4364	4297
Utilisation digestive (1)(3)		
Matières azotées digestibles, g	-33	56
Energie digestible, kcal	1024	2042
Energie métabolisable, kcal	1006	1775

(1) Données calculées par différence avec le lot 1.

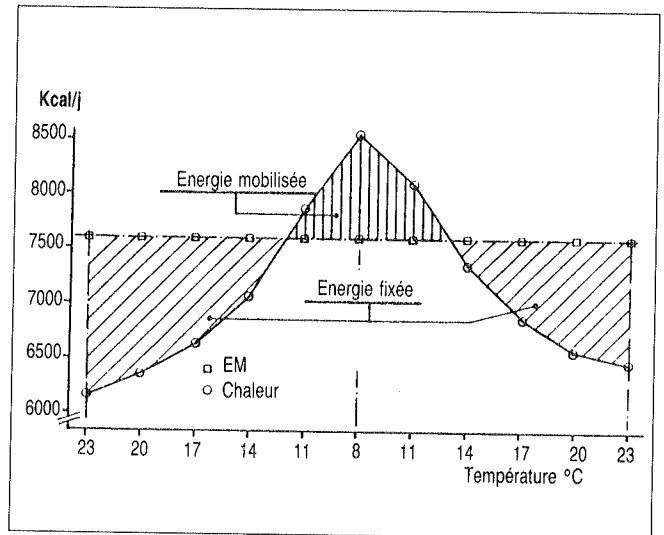
(2) Données exprimées par rapport à la matière sèche.

(3) Données exprimées par kg de produit sec.

3.2. INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE AMBIANTE SUR LA PRODUCTION DE CHALEUR

Les résultats relatifs à l'influence de la température ambiante sur la production de chaleur des truies sont présentés dans la figure 1 (essai 2) et la figure 2 (essai 1). Dans les 2 essais, on note une augmentation importante de la production de chaleur des truies entre 20 et 8°C. De surcroît, les données de l'essai 2 indiquent une réduction de la production de chaleur suite à un accroissement de la température ambiante de 20 à 23°C. Toutefois, l'augmentation de la production de chaleur avec l'abaissement de la température ambiante et exprimée en kcal par °C de variation, est fonction à la fois de la température ambiante elle-même et du niveau d'alimentation. Ainsi, d'après les données de l'essai 2, l'augmentation est de 48, 100, 153, 260 et 190 kcal /°C entre, respectivement, 23 et 20°C, 20 et 17°C, 17 et 14°C, 14 et 11°C et 11 et 8°C. Comme indiqué sur la figure 2 (essai 1), l'augmentation de la production de chaleur entre 20 et 14°C et entre 14 et 8°C,

FIGURE 1
INFLUENCE DE VARIATIONS DE LA TEMPÉRATURE AMBIANTE
(23 à 8°C puis 8 à 23°C)
SUR LA PRODUCTION DE CHALEUR DES TRUIES GRAVIDES
(essai 2 : moyenne des 3 lots pour chaque température ;
chaque point représente donc 12 mesures).

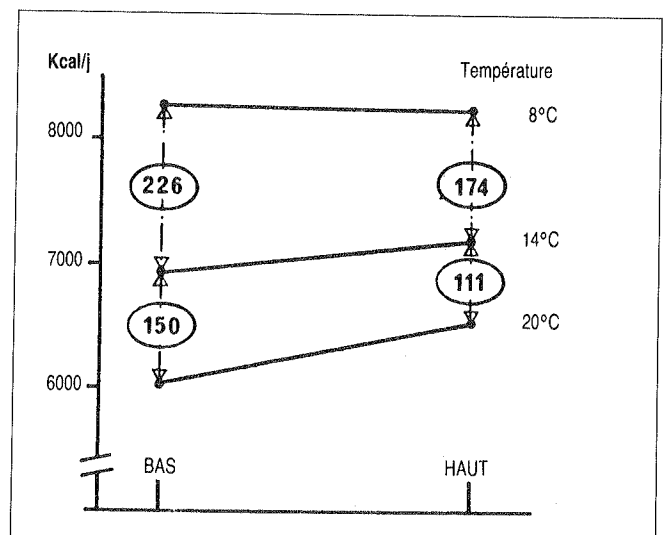


est plus faible au niveau alimentaire élevé : respectivement 111 et 174 kcal pour 8265 kcal d'EM ingérée contre 150 et 226 kcal pour 6426 kcal d'EM ingérée. Pour une quantité d'EM ingérée de 7594 kcal par jour (essai 2), l'augmentation de la production de chaleur avec l'abaissement de la température ambiante est de 126 et 225 kcal/°C, respectivement entre 20 et 14°C et entre 14 et 8°C.

3.2.1. Interaction entre la température ambiante et le niveau alimentaire sur la production de chaleur (essai 1)

Les données de l'essai 1 (figure 2) indiquent que l'augmentation de la production de chaleur (ou extra-chaleur) associée à l'accroissement de la quantité d'EM ingérée (entre les niveaux Bas et Haut) est fonction de la température ambiante. Ainsi, à 20°C, l'extra-chaleur représente 26.5 % de l'EM supplémentaire, ce qui équivaut à un rendement marginal d'uti-

FIGURE 2
INFLUENCE DE 3 NIVEAUX DE TEMPÉRATURE AMBIANTE SUR LA PRODUCTION DE CHALEUR DE TRUIES GRAVIDES EN RELATION AVEC LE NIVEAU ALIMENTAIRE
(Niveau Bas : 6426 kcal EM/j ; Niveau Haut : 8265 kcal EM/j).
Les données entourées () correspondent à l'augmentation de la production de chaleur
(exprimée en kcal/°C).



lisation de l'EM pour la fixation d'énergie de 73.5 %. A la température de 14°C, l'extra-chaueur est égale à 14% de l'EM supplémentaire. Enfin, à 8°C, l'extra-chaueur est nulle, voire négative (-3%), de sorte que la production de chaleur de la truie est alors indépendante du niveau d'alimentation. Dans ces conditions, le rendement marginal d'utilisation de l'EM est de 100 %.

3.2.2. Interaction entre la température ambiante et la nature du régime sur la production de chaleur (essai 2)

Pour des raisons de simplification, les données de l'essai 2 ont été regroupées par paliers de 2 températures (respectivement, 23 et 20°C : températures normales, 17 et 14°C : températures intermédiaires et 11 et 8°C : températures basses). Les résultats moyens sont rapportés au tableau 4. L'analyse statistique des données ne permet pas de mettre en évidence d'interaction significative entre la température ambiante et le régime sur la production de chaleur. Toutefois, aux températures normales, l'apport supplémentaire d'EM sous forme de paille (lot 2 par rapport au lot 1) ou de farine de luzerne (lot 3 par rapport au lot 1) se traduit par une augmentation de la production de chaleur représentant respectivement 36 et 15% de la quantité d'EM. Aux températures intermédiaires, les valeurs sont comparables : 39 et 15 %, respectivement. Par contre, aux températures basses, la production de chaleur est équivalente dans les 3 groupes de truies, voire légèrement supérieure chez les animaux du lot 1. En d'autres termes, le rendement marginal d'utilisation de l'EM pour la fixation d'énergie qui est d'environ 62 et 85 %, respectivement pour la paille et la farine de luzerne aux températures normales et intermédiaires est de 100 % aux températures les plus faibles.

TABLEAU 4

INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE AMBIANTE SUR LA PRODUCTION DE CHALEUR (kcal/j) DE LA TRUIE GRAVIDÉ EN RELATION AVEC LA NATURE DE L'ALIMENT (essai 2) (1)

Lot	1	2	3
Energie métabolisable, kcal/j	7066	7648	8132
Température, °C (2)			
23-20	6268	6475	6422
17-14	6858	7085	7026
11-8	8332	8264	8253

(1) Données ajustées pour un même poids vif et un même niveau d'activité entre les lots.
(2) Pour des raisons de simplification, les données de 2 paliers de température ont été regroupées.

4. DISCUSSION

4.1. VALEUR NUTRITIONNELLE DE LA PAILLE ET DE LA FARINE DE LUZERNE CHEZ LA TRUIE

Nos résultats suggèrent que la paille de blé est faiblement dégradée dans le tube digestif. Toutefois, la valeur trouvée pour le CUD de l'énergie (20 %) est sensiblement supérieure à celle obtenue par MULLER et KIRCHGESSNER (1983) avec de la paille d'orge. Quoi qu'il en soit, cette valeur est très supérieure aux valeurs trouvées chez le porc en croissance où la digestibilité est nulle (JUST, 1982 ; FERNANDEZ *et al.*, 1986). En accord avec les résultats de JUST (1982) chez le porc en croissance et MULLER et KIRCHGESSNER (1983) chez la

truie, la paille ajoutée à un régime de base entraîne une diminution du CUD des matières azotées du régime de base. Toutefois, l'excrétion d'azote dans l'urine est réduite, de sorte que la fixation de protéines n'est pas affectée par l'addition de paille (tableau 2). Dans notre essai, la présence de paille réduit la production de méthane. L'accélération de la vitesse de transit avec l'accroissement de la quantité de fibres peu ou pas digestibles (LOW, 1985) explique partiellement cette observation. Toutefois, ce résultat n'est pas retrouvé dans le régime contenant de la farine de luzerne. Il semble donc que la production de méthane soit plutôt associée à la présence de certains nutriments au niveau du gros intestin (pectines par exemple, MULLER et KIRCHGESSNER, 1985). Elle serait alors, comme le suggèrent ces auteurs et nos résultats, peu corrélée avec l'intensité des fermentations dans le tractus digestif. Enfin, les valeurs ED et EM de la paille de blé trouvées dans cet essai (environ 1 000 kcal par kg de matière sèche) constituent probablement une valeur maximale chez le porc dans la mesure où nous avons utilisé de la paille finement broyée et granulée (NUZBACK *et al.*, 1984 ; LOW, 1985).

La valeur du CUD de l'énergie de la farine de luzerne (47.5 %) est tout à fait comparable à celle trouvée par MULLER et KIRCHGESSNER (1985). Nos résultats permettent par ailleurs de calculer que la teneur en EM de la farine de luzerne représente environ 87% de la teneur en ED (contre 94.7% dans le régime de base). En fait, l'apport de luzerne se traduit par une excrétion d'énergie dans l'urine et une production de méthane qui représentent, respectivement, 10.4 et 2.8 % de la quantité supplémentaire d'ED. Les valeurs correspondantes pour le régime de base sont 4.4 et 0.9. Enfin, le CUD apparent des protéines apportées par la luzerne est plus faible dans notre essai (38%) que dans celui de MULLER et KIRCHGESSNER (1985) (56%). Quoi qu'il en soit, les valeurs de CUD des protéines de la farine de luzerne obtenues chez les truies sont supérieures à celles mesurées chez le porc en croissance (KASS *et al.*, 1980).

Les valeurs énergétiques nettes de la paille de blé et de la farine de luzerne calculées à partir des résultats du tableau 4 sont respectivement 0.6 et 1.5 Mcal par kg de produit sec, lorsque la température ambiante est supérieure à 14°C. Ces données sont supérieures à celles obtenues par MULLER et KIRCHGESSNER (1983 ; 1985). La différence est d'ailleurs très importante pour la paille puisque ces auteurs trouvent une valeur énergétique nette négative pour ce produit. Mais lorsque les animaux sont exposés au froid, le rendement d'utilisation de l'EM pour la fixation d'énergie est voisin de 100 %. Il en résulte que les valeurs énergétiques nettes de la paille et de la farine de luzerne deviennent alors équivalentes à leur valeur EM.

4.2. INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE AMBIANTE SUR LA PRODUCTION DE CHALEUR ET L'UTILISATION DE L'ÉNERGIE CHEZ LA TRUIE GRAVIDE

Nos résultats, en accord avec ceux de VERHAGEN *et al.* (1986) et KEMP *et al.* (1987) suggèrent que la température critique de la truie gravide est voisine de 23°C lorsqu'elle reçoit un niveau d'alimentation correspondant à 1.2 - 1.3 fois ses besoins d'entretien et qu'elle n'est pas élevée en groupe. Cette température critique serait voisine de 20°C lorsque le niveau d'alimentation est équivalent aux niveaux maxima utilisés en pratique (VERHAGEN *et al.*, 1986) et de environ 15°C lorsqu'elle est élevée en groupe (GEUYEN *et al.*, 1984).

Les données des essais 1 et 2 obtenues à 20°C avec l'aliment témoin ont été utilisées pour calculer le besoin d'entre-

tien et le rendement d'utilisation de l'EM d'un régime standard chez des truies gravides. La relation suivante est obtenue :

$$\text{Production de chaleur} = 74.5 \times \text{PV}^{0.75} + 0.24 \times \text{EM} + 2.0 \times \text{Activité}$$

$$(\pm 8.0) \quad (\pm 0.06) \quad (\pm 0.4)$$

(n = 14 ; R² = 0.99 ; Ecart-type résiduel = 181).

où la production de chaleur et l'EM sont exprimées en kcal par jour, le poids vif en kg et l'activité (ou durée de la station debout) en minutes. Le niveau moyen d'activité et le poids métabolique moyen (kg^{0.75}) des animaux utilisés dans l'équation sont respectivement 160' et 52.9 kg. Il en résulte qu'à la température de 20°C, le besoin d'entretien correspondant à un niveau d'activité nulle est voisin de 98 Kcal/kg^{0.75}. Pour des niveaux moyens d'activité de 100 et 160', il convient alors d'ajouter respectivement 4 et 6 kcal/kg^{0.75}. Les valeurs trouvées pour le besoin d'entretien de la truie multipare sont donc comparables à celles obtenues chez la femelle nullipare (NOBLET et ETIENNE, 1987). Le rendement d'utilisation de l'EM (76%) calculé à partir de l'équation ci-dessus est comparable à celui obtenu à partir des données de l'essai 1 (73%) et aux données bibliographiques (NOBLET et ETIENNE, 1987).

D'après nos résultats, la production de chaleur s'accroît de façon non linéaire avec l'abaissement de la température ambiante à partir de la température critique. De plus, la température critique étant d'autant plus basse que le niveau alimentaire est élevé (CLOSE et MOUNT, 1978 ; VERHAGEN *et al.*, 1985), il en résulte que l'accroissement de la production de chaleur (exprimé en kcal/°C de diminution) est, à une température donnée, plus faible lorsque le niveau alimentaire est élevé. Ceci est illustré par les valeurs trouvées dans les essais 1 et 2 entre 20 et 14°C. Les dépenses énergétiques liées à la thermorégulation sont donc fonction à la fois de la température ambiante elle-même et du niveau d'alimentation. A titre d'exemple, la quantité d'aliment supplémentaire nécessaire pour maintenir le niveau de rétention énergétique constant (1) lorsque la température ambiante est réduite de 1°C entre 20 et 14°C varie de 46 à 72 g pour les niveaux "Haut" et "Bas" de l'essai 1. Entre 14 et 8°C, les valeurs correspondantes sont 64 et 83 g par jour et par °C. Ces chiffres se rapportent à des truies pesant environ 210 kg. En d'autres termes, le maintien d'une truie à la température de 8°C (par rapport à 20°C) se traduit par un coût supplémentaire

en aliment de environ 930 et 660 g par jour aux niveaux alimentaires bas et haut utilisés dans l'essai 1. Ces résultats sont comparables à ceux rapportés par VERHAGEN *et al.* (1985) lorsqu'ils sont corrigés pour un rendement k de 0.80 ou 0.90 (voir (1)).

En accord avec les observations de NOBLET *et al.* (1987) obtenues chez le porcelet et le porc en croissance, il apparaît que l'extra-chaleur associée à l'utilisation métabolique de l'EM qui doit être dissipée lorsque les porcs sont maintenus à une température voisine de la température critique, participe aux besoins de thermorégulation aux basses températures. Ceci se traduit par le fait que la production de chaleur est alors indépendante du niveau d'alimentation et que le rendement d'utilisation de l'EM supplémentaire est voisin de 100 %. Puisque l'extra-chaleur associée à l'utilisation de l'EM est d'autant plus élevée que l'aliment est riche en fibres, il en résulte que des produits comme la paille de blé et, dans une moindre mesure, la farine de luzerne, sont susceptibles de couvrir en complément d'une ration de base, une part importante des besoins énergétiques de la truie élevée à des températures basses. Ces conclusions confortent l'intérêt nutritionnel de la paille ou du pâturage chez les truies élevées en plein air, notamment pendant la période hivernale.

BIBLIOGRAPHIE

- CALVERT C.C., STEELE N.C., ROSEBROUGH R.W., 1985. J. Anim. Sci., **61**, 595-602.
- CLOSE W.H., MOUNT L.E., 1978. Brit. J. Nutr., **40**, 413-418.
- DOURMAD J.Y., 1987. Journées Rech. Porcine en France, **19**, 203-214.
- ETIENNE M., 1987. Livest. Prod. Sci., **16**, 229-242.
- FERNANDEZ J.A., JORGENSEN J.N., JUST A., 1986. Anim. Prod. **43**, 127-132.
- GEUYEN T.P.A., VERHAGEN J.M.F., VERSTEGEN M.W.A., 1984. Anim. Prod., **38**, 477-485.
- JUST A., 1982. Livest. Prod. Sci., **9**, 717-729.
- KASS M.A., VAN SOEST P.J., POND W.G., LEWIS B., Mc DOWELL R.E., 1980. J. Anim. Sci., **50**, 175-191.
- KEMP B., VERSTEGEN M.W.A., VERHAGEN J.M.F., VAN DER HEL W., 1987. Anim. Prod., **44**, 275-283.
- LE DENMAT M., VAUDELET J.C., 1986. Journées Rech. Porcine en France, **18**, 1-12.
- LOW A.G., 1985. In : Recent Advances in Animal Nutrition, 87-112.
- MULLER H.L., KIRCHGESSNER M., 1983. Z. Tierphysiol. Tierernähr. u. Futtermittelkde, **49**, 133-140.
- MULLER H.L., KIRCHGESSNER M., 1985. Z. Tierphysiol. Tierernähr. u. Futtermittelkde, **54**, 14-20.
- MULLER H.L., KIRCHGESSNER M., 1985. Z. Tierphysiol. Tierernähr. u. Futtermittelkde, **54**, 206-213.
- NOBLET J., LE DIVIDICH J., BIKAWA T., 1987. Journées Rech. Porcine en France, **19**, 341-347.
- NOBLET J., ETIENNE M., 1987. Livest. Prod. Sci., **16**, 243-257.
- VERHAGEN J.M.F., VERSTEGEN M.W.A., GEUYEN T.P.A., KEMP B., 1986. J. Anim. Physiol. an Anim. Nutr., **55**, 246-256.

(1) Les valeurs sont calculées comme suit : augmentation de la production de chaleur/k/3.0. La valeur 3.0 correspond à la teneur en EM (kcal) d'un g d'aliment. k correspond au rendement marginal d'utilisation de l'EM pour la fixation d'énergie : les valeurs considérées sont respectivement 0.80 et 0.90 entre 20 et 14°C et entre 14 et 8°C.