

Caractérisation des effets de l'augmentation de la température ambiante sur les performances des truies en lactation

Nathalie QUINIOU (1), J. NOBLET (2), S. DUBOIS (2), D. RENAudeau (2)

(1) I.T.P., Pôle Techniques d'Élevage - BP 3, 35651 Le Rheu Cedex

(2) I.N.R.A., Station de Recherches Porcines - 35590 Saint-Gilles

Cette étude a été réalisée à la Station de Recherches Porcines avec la collaboration technique de J. Gauthier, H. Renoult, S. Daniel, J.C. Hulin, A. Roger, R. Vilboux, H. Demay et ses collaborateurs ainsi que A. Conseil et le personnel des ateliers

Caractérisation des effets de l'augmentation de la température ambiante sur les performances des truies en lactation

Les effets de la température ambiante (T) et de la teneur en protéines de l'aliment sont étudiés chez 63 truies multipares Large White. Les animaux sont répartis entre cinq traitements thermiques (18, 22, 25, 27 ou 29°C) et deux aliments ayant des teneurs en protéines de 14 ou 17%; les teneurs en acides aminés essentiels sont identiques dans les deux aliments. La photopériode est de 14 h de jour. Les truies sont alimentées à volonté entre le 7^{ème} et le 19^{ème} jour de lactation. La composition de l'aliment n'influence pas les performances des truies. Sur les 21 jours de lactation, la consommation moyenne d'aliment par jour (CMJ) diminue de 5,67 à 3,08 kg entre 18 et 29°C. Cette diminution est curvilinéaire et correspond en moyenne à 1,49, 3,25 et 10,20 MJ d'énergie digestible par jour et par degré entre respectivement 18 et 25°C, 25 et 27°C et 27 et 29°C ($CMJ, g/j = -49502 + 1213 T - 31,5 T^2 - 330 PV - 0,61 PV^2$; ETR = 1018, où PV: poids vif, kg). Le gradient entre la température cutanée dorsale et la température rectale atteint une valeur minimale (2°C) au-delà de 25°C, ce qui coïncide avec une forte réduction de la CMJ. Le rythme respiratoire augmente de 26 à 124 inspirations par minute entre 18 et 29°C. La perte de poids des truies s'accroît de 23 à 35 kg entre 18 et 29°C mais sa composition chimique estimée reste stable. La vitesse de croissance des porcelets est constante entre 18 et 25°C (241 g/j) mais est plus faible à 27 et 29°C (respectivement 212 et 189 g/j).

Influence of increasing ambient temperature on performance of multiparous lactating sows

Sixty-three multiparous Large White sows were used to investigate the effects of five ambient temperature (T) levels (18, 22, 25, 27 and 29°C) and two dietary protein contents (14 and 17 %) on their lactation performance. At each temperature treatment, ambient temperature was maintained constant over the 21-d lactation period. Essential amino acids levels were similar in both diets. The animals were fed ad libitum between the 7th and the 19th day of lactation. Diet composition did not influence lactation performance. Over the 21-d lactation, the daily feed intake (FID) decreased from 5.67 to 3.08 kg/d between 18 and 29°C, respectively. This decrease was curvilinear and averaged 1.49, 3.25 and 10.20 MJ of digestible energy intake per day per extra degree between 18 and 25°C, 25 and 27°C and 27 and 29°C, respectively ($FID, g/d = -49502 + 1213 T - 31,5 T^2 - 330 BW - 0,61 BW^2$, RSD = 1018, BW: body weight, kg). The gradient between skin and rectal temperatures was minimal (2°C) and constant at 27 and 29°C. This constancy of the gradient coincides with the marked reduction of feed intake. The respiratory rate increased from 26 to 124 breathes per min between 18 and 29°C which indicates that the evaporative critical temperature was below 22°C. The BW loss increased from 23 to 35 kg between 18 and 29°C but its estimated tissular composition remained constant. The piglet growth rate was almost constant between 18 and 25°C (241 g/d) and was reduced above 25°C (212 and 189 g/d at 27 and 29°C, respectively).

INTRODUCTION

Pendant la lactation, la croissance des porcelets est déterminée par la quantité de lait exportée par la truie. Or, l'appétit des truies est la plupart du temps insuffisant pour couvrir les besoins en nutriments correspondant à cette production laitière; la situation de déficit nutritionnel qui en découle s'accompagne alors d'une mobilisation importante des réserves corporelles et de problèmes ultérieurs de reproduction. La température ambiante dans les maternités est l'un des principaux facteurs d'ambiance influençant l'appétit des truies en lactation. En effet, l'augmentation de la température au-delà de la zone de confort thermique de l'animal, entre 15 et 20°C d'après BLACK et al (1993), induit une baisse de la consommation d'aliment. Cette adaptation permet de diminuer la quantité de chaleur due à l'effet thermique de l'aliment (NOBLET et al, 1993). En pratique, compte tenu des systèmes de chauffage des porcelets et de ventilation des maternités, la température ambiante y est quasiment toujours supérieure à 20°C et les truies sont donc presque en permanence exposées aux problèmes posés par le chaud. QUINIOU et al. (1998a) ont montré qu'une variation limitée de la température au cours de la journée (entre 21 et 29°C) n'influait pas les performances des truies, celles-ci reportant leur moindre consommation en période chaude pendant les périodes fraîches. Néanmoins, en condition estivale, la réduction nocturne des températures peut s'avérer insuffisante pour permettre une telle adaptation.

À partir des données disponibles dans la bibliographie, BLACK et al (1993) estiment que la consommation moyenne par jour (CMJ) diminue d'environ 170 g par degré d'augmentation de la température ambiante chez la truie en lactation. Cependant, dans la plupart des études utilisées pour établir cette relation, seuls deux niveaux constants de températures ont été comparés (chaud vs. frais) alors que les résultats obtenus chez les porcs en croissance semblent indiquer que l'effet de la température sur l'appétit n'est pas linéaire (QUINIOU et al, 1998b). L'objectif de cette expérience est de caractériser la réponse des truies en lactation exposées à cinq niveaux constants de température ambiante répartis entre 18 et 29°C. Simultanément, l'intérêt d'utiliser un régime à basse teneur en protéines et donc à faible extra chaleur est testé.

1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

1.1. Dispositif expérimental

Seize groupes de trois à six truies Large White multipares ont été utilisés pour étudier l'effet de la température ambiante sur les performances de lactation. Chaque groupe est placé dans une maternité (cellule expérimentale) et est exposé à l'une des cinq températures étudiées: 18, 22, 25, 27 ou 29°C. La température de 18°C est considérée comme la température minimale observée en maternité en Europe occidentale, 22°C correspond à la valeur moyenne tandis que 25, 27 et 29°C sont considérées comme des températures élevées. L'écart entre les cinq niveaux de température n'est pas linéaire afin d'augmenter la précision de la réponse des

animaux au chaud. La température est maintenue constante pendant les 21 jours de lactation. Dans chaque groupe, les animaux reçoivent l'un des deux aliments expérimentaux différenciant par leur teneur en protéines: 14 ou 17%. Ils sont formulés à base de blé, orge, maïs, tourteau de soja, son de blé et huile végétale. Le régime à 14% de protéines est supplémenté en lysine, méthionine et thréonine afin que les teneurs en acides aminés essentiels des deux aliments soient comparables. La teneur en énergie nette est respectivement de 9,4 et 9,5 MJ/kg pour les régimes à 14 et 17% de protéines, la teneur minimale en lysine brute étant de 9,1 g/kg (tableau 1).

Tableau 1 - Caractéristiques nutritionnelles des régimes expérimentaux.

Régime	14CP	17CP
Composition chimique, %		
Matière sèche	89,2	88,9
Matières minérales	5,5	5,8
Matières azotées totales	14,3	16,8
Matières grasses	4,7	4,7
NDF	13,7	14,0
ADF	4,2	4,4
ADL	0,7	0,6
Amidon	46,2	42,4
Cellulose brute	3,2	3,6
Lysine	0,95	0,91
Méthionine + cystine	0,54	0,61
Thréonine	0,62	0,63
Tryptophane	0,17	0,21
Calcium	1,0	1,0
Phosphore	0,7	0,7
Coefficients d'utilisation digestive (CUD) et teneurs en énergie		
CUD de l'énergie, %	86,0	87,4
Énergie digestible, MJ/kg	14,3	14,6
Énergie métabolisable, MJ/kg	13,6	13,8
Énergie nette, MJ/kg ⁽¹⁾	10,5	10,6

(1) Estimée à partir de l'équation n°4 proposée par NOBLET et al. (1994).

1.2. Déroulement de l'expérience et mesures réalisées

Pendant la gestation, les animaux reçoivent un plan d'alimentation individualisé permettant d'obtenir 21 mm d'épaisseur de lard dorsal (ELD) à la mise bas et un gain net de gestation de 30 à 40 kg selon le rang de portée (DOURMAD et al, 1997). En fin de gestation et en lactation, les truies sont bloquées en loges individuelles sur des caillebotis en métal; la température ambiante est fixée à 24°C, la température expérimentale n'étant mise en place que le jeudi de la semaine de mise bas. Le photopériodisme est réglé à 14 h de jour et 10 h d'obscurité. Le débit de ventilation est constant et minimal (25 m³/h/truie) et l'humidité relative n'est pas maîtrisée. Chaque loge est équipée d'une lampe infrarouge et

d'une plaque chauffante pour les porcelets. La lampe infra-rouge reste allumée pendant les deux premiers jours de lactation; elle est progressivement déplacée vers la plaque chauffante avant d'être éteinte. La température de la plaque est réglée à 33°C à la naissance, puis diminuée jusqu'à 26°C au sevrage.

Les portées sont égalisées à 11 porcelets par adoptions croisées dans les 48 heures qui suivent la naissance. Après la mise bas (j0), les truies sont rationnées suivant le plan d'alimentation décrit par QUINIOU et al (1998a). L'aliment est distribué quotidiennement en une fois. Le sevrage est réalisé à j21; la veille, les truies sont rationnées de manière à pouvoir les peser à jeun le lendemain. Les truies sont pesées après la mise bas et au sevrage et leur épaisseur de lard dorsal (ELD) est mesurée au même moment. Les porcelets sont pesés à la naissance, à j7, à environ j14 et à j21. La consommation quotidienne d'aliment est déterminée manuellement pour chaque truie par différence entre les quantités allouées et les refus réalisés 24 h plus tard. Chaque lundi matin, les températures rectale et cutanée (au niveau du dos) sont mesurées à l'aide de sondes de types T et K. Une fois ces mesures réalisées, le rythme respiratoire est déterminé par comptage des battements de flanc pendant deux périodes de une minute chacune alors que les truies sont calmes (i.e., pas d'activité d'alimentation ni d'allaitement).

1.3. Calculs et analyses statistiques

La composition tissulaire de la variation de PV en lactation est estimée à partir des variations de PV et d'ELD à l'aide des équations publiées par DOURMAD et al (1997). Les effets de la température (n=5), de l'aliment (n=2) et leur

interaction sur les performances de lactation sont testés par analyse de variance (proc GLM, SAS, 1990). L'effet du groupe est testé intra-température. Les mesures de températures corporelles ayant lieu après 5, 12 ou 19 jours d'exposition à la température expérimentale, les données correspondantes sont analysées à l'aide d'un modèle multi-factoriel de la variance (proc Split-plot, SAS, 1990) incluant la durée d'exposition en plus des effets mentionnés ci-dessus. La réponse de la CMJ en fonction de la température et du PV est déterminée par analyse de la covariance avec la température et le PV en covariables.

2. RÉSULTATS

Dans la mesure où l'effet de la nature du régime n'est significatif sur aucun des critères mesurés, seuls les résultats concernant les effets de la température ambiante sont présentés. Une interaction significative est parfois observée entre la température ambiante et le régime; celle-ci résulte en fait d'une consommation plus importante de l'aliment à 14% de protéines uniquement à la température de 25°C. A la mise bas, le PV et l'ELD des truies sont comparables entre les traitements thermiques (tableau 2). L'ELD (20,8 mm en moyenne) correspond à l'objectif fixé en début de gestation (21,0 mm). En moyenne, la durée de la lactation est de 21,5 j. A 22°C, la durée est supérieure en raison des conditions pratiques pour un groupe de truies au début de l'expérience.

2.1. Performances moyennes de lactation

L'évolution de la CMJ au cours de la lactation est présentée

Tableau 2 - Effet de la température ambiante sur les performances, la température corporelle et le rythme respiratoire des truies en lactation (moyennes ajustées)

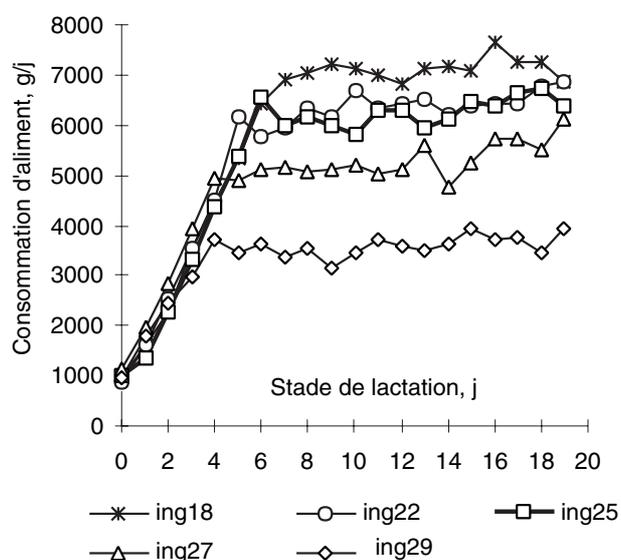
	Température, °C					ETR	Stat (1)
	18	22	25	27	29		
Observations	14	14	12	11	12		
Rang de portée	3,3 ^{ab}	3,0 ^a	4,2 ^b	4,3 ^b	2,8 ^a	1,2	T*
Durée de la lactation, j	21,2 ^a	23,1 ^b	21,1 ^a	21,1 ^a	21,0 ^a	0,5	T***, G***
Taille de portée (2)	10,0 ^a	10,1 ^a	9,7 ^a	11,1 ^b	10,3 ^a	0,7	T***, G**
Consommation d'aliment, kg/j							
Entre la mise bas et le sevrage	5,67 ^a	5,42 ^{ab}	4,95 ^{bc}	4,52 ^c	3,08 ^d	0,78	T***
Entre j7 et j19	7,16 ^a	6,40 ^{ab}	6,08 ^{bc}	5,32 ^c	3,48 ^d	1,07	T***
Température corporelle, °C⁽³⁾							
Dorsale	34,6 ^a	35,8 ^b	36,6 ^c	37,2 ^d	37,4 ^d	0,6	T***, TxR*, A***
Rectale	38,6 ^a	38,6 ^a	39,0 ^b	39,1 ^b	39,4 ^c	0,4	T***, A***
Gradient (rectum-dos)	4,1 ^a	2,8 ^b	2,4 ^c	2,0 ^d	2,0 ^d	0,6	T***, TxR*, A***
Rythme respiratoire, inspirations / min (3)	26 ^a	46 ^b	81 ^c	84 ^c	124 ^d	27	T***, A***

(1) Analyse de la variance avec en effets principaux, la température ambiante (T), le régime (R), l'interaction TxR et l'effet du groupe (G) intra température.

(2) Entre la naissance et le sevrage.

(3) L'effet de la durée d'exposition (D) à la température ambiante et les interactions avec les autres facteurs, ainsi que l'effet animal (A) sont ajoutés au modèle.

Figure 1 - Évolution de la consommation d'aliment en fonction du stade de lactation et selon la température ambiante



dans la figure 1. Elle augmente linéairement au cours des quatre premiers jours en raison du plan d'alimentation appliqué pendant cette période. Ensuite, la CMJ augmente pour atteindre un plateau dont le niveau dépend de la température ambiante. Ce plateau est atteint dès j4 à 27 et 29°C, alors qu'à 18, 22 et 25°C, il est atteint respectivement à j7, j5 et j6. La CMJ moyenne sur les 21 jours de lactation diminue de 5666 à 3079 g/j entre 18 et 29°C, mais cette diminution n'est pas linéaire (tableau 2). En effet, entre 18 et 25°C, la CMJ reste

relativement stable (5543 g/j en moyenne) alors qu'elle diminue de façon importante au-delà de 25°C. Une évolution similaire est constatée en ce qui concerne l'effet de la température sur la CMJ mesurée pendant la période d'alimentation à volonté, de j7 à j19, les valeurs obtenues étant logiquement plus élevées. En conséquence, une relation de type quadratique est obtenue par analyse de la covariance entre la CMJ (g/j) moyenne entre j7 et j19 et la température (T, °C) et le PV moyen de lactation (kg, compris entre 211 et 302 kg) en covariables :

$$CMJ = -49502 + 1213 T - 31,5 T^2 - 330 PV - 0,61 PV^2 \text{ (ETR} = 1018)$$

Les températures corporelles ne sont pas influencées par la durée d'exposition aux différentes températures ambiantes. La température rectale est constante entre 18 et 22°C (38,6°C) et augmente entre 25 et 29°C (tableau 2). La température cutanée mesurée au niveau du dos augmente de façon curvilinéaire avec l'accroissement de la température ambiante. La température ambiante influence également le gradient thermique entre le rectum et le dos. Celui-ci diminue significativement de 4 à 2°C entre 18 et 27°C puis cette valeur reste constante jusqu'à 29°C. De même que les températures corporelles, le rythme respiratoire n'est pas influencé par la durée d'exposition mais il augmente de 26 à 124 inspirations par minute entre 18 et 29°C.

La perte de PV est significativement affectée par la température: elle est en moyenne de 23 kg à 18, 22 et 25°C mais augmente jusqu'à 30 et 35 kg à respectivement 27 et 29°C (tableau 3). La température ambiante n'influence pas la perte d'ELD (2,8 mm en moyenne); toutefois les pertes de gras et de maigre augmentent respectivement de 309 et 642

Tableau 3 - Effet de la température ambiante sur la composition tissulaire de la perte de poids des truies en lactation (moyennes ajustées)

	Température, °C					ETR	Stat (1)
	18	22	25	27	29		
Poids vif (PV), kg							
Après la mise bas	274	269	283	279	268	19	
Au sevrage	251	247	258	249	233	22	
Variation de PV	-23 ^a	-22 ^a	-25 ^a	-30 ^{ab}	-35 ^b	10	T**, TxR*
Perte de poids vif vide, kg/j (2)	1,16 ^a	1,06 ^a	1,26 ^a	1,48 ^{ab}	1,76 ^b	0,45	T**, TxR*
Épaisseur de lard dorsal (ELD), mm							
Avant la mise bas	20,4	20,1	20,8	20,2	22,6	4,1	
Au sevrage	18,3	18,2	18,1	16,7	19,1	3,7	
Variation	-2,1	-1,9	-2,7	-3,5	-3,5	1,9	G*
Perte d'ELD, mm/j	0,10	0,09	0,13	0,17	0,16	0,09	G*
Perte de tissus corporels, g/j (2)							
Gras	309 ^a	283 ^a	356 ^{ab}	435 ^{bc}	483 ^c	130	T**, G**
Maigre	642 ^a	590 ^a	626 ^a	795 ^{ab}	968 ^b	281	T*, TxR*

(1) Voir tableau 2.

(2) Le poids vif vide et la composition tissulaire à la mise bas et au sevrage sont estimés à partir des équations publiées par DOURMAD et al. (1997).

Tableau 4 - Effet de la température ambiante sur les performances de portée entre la naissance et le sevrage (moyennes ajustées).

	Température, °C					ETR	Stat (1)
	18	22	25	27	29		
Nombre de porcelets De la naissance au sevrage Sevrés	10,0 ^a 9,8 ^a	10,1 ^a 9,6 ^a	9,7 ^a 9,5 ^a	11,1 ^b 10,9 ^b	10,3 ^a 9,9 ^a	0,7 0,9	T***, G** T*, TxR*, G*
Vitesse de croissance De la portée, kg/j Des porcelets, g/j/porcelet	2,46 ^a 244 ^a	2,42 ^a 245 ^a	2,28 ^{ab} 233 ^a	2,37 ^a 212 ^{ab}	1,94 ^b 189 ^b	0,40 39	T*, TxR**, G* T**
Poids au sevrage, kg/porcelet	6,89 ^a	6,92 ^a	6,90 ^a	6,20 ^{ab}	5,84 ^b	0,89	T*
Production de lait, kg/j(2)	7,49 ^a	7,54 ^a	6,91 ^{ab}	7,50 ^a	6,18 ^b	1,09	T*, TxR*, G**

(1) Voir tableau 2.

(2) Estimée à partir de la vitesse de croissance et de la taille de la portée (NOBLET et ÉTIENNE, 1989).

g/j à 18°C à 483 et 968 g/j à 29°C.

2.2. Croissance de la portée et production laitière

La taille de portée est en moyenne de 10.3 porcelets pendant les 21 j de lactation et de 10.0 au sevrage (tableau 4); elle est plus élevée à 27°C en raison d'un nombre de porcelets plus élevé à la naissance à cette température. Entre la naissance et le sevrage, le gain de poids de la portée est comparable à 18, 22, 25 et 27°C (2,38 kg/j) alors qu'il est plus faible à 29°C (1,94 kg/j). La vitesse de croissance des porcelets est similaire à 18, 22 et 25°C (241 g/j) et elle est inférieure à 27 et 29°C (respectivement 212 et 189 g/j). De telles différences induisent un poids au sevrage significativement plus faible à ces deux températures (tableau 4).

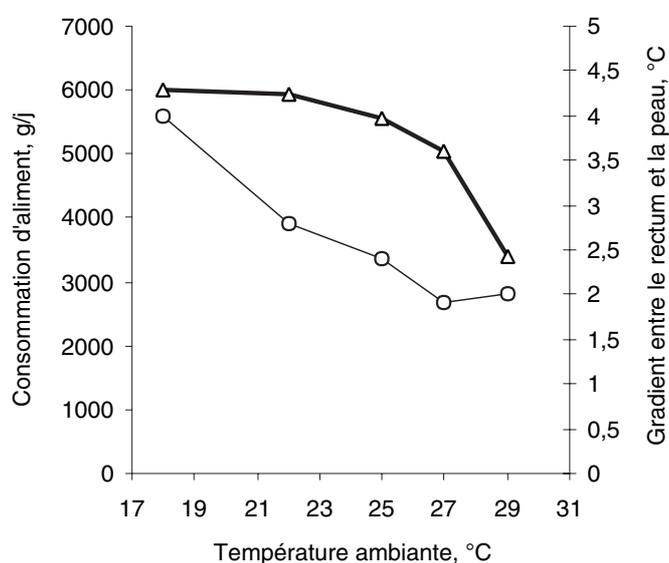
3. DISCUSSION

La chute de consommation est l'une des principales conséquences de l'élévation de la température ambiante en maternité. En analysant les données disponibles dans la bibliographie, BLACK et al (1993) ont établi que la CMJ diminuait linéairement avec l'augmentation de la température de 2,4 MJ d'énergie digestible (ED) par jour et par degré d'accroissement de la température. Dans notre expérience, la diminution d'ED ingérée est en moyenne de 3,39 MJ/j/°C entre 18 et 29°C. Cependant, ainsi que l'avaient suggéré BLACK et al (1993), nos données démontrent que la loi de réponse de la CMJ à la température ambiante n'est pas linéaire, ce qui est en accord les résultats obtenus chez le porc en croissance par QUINIOU et al (1998b). En effet, entre 18 et 25°C, la diminution d'ED ingérée est de 1,49 MJ/j/°C en moyenne alors qu'entre 25 et 27°C et entre 27 et 29°C elle est respectivement de 3,25 et 10,20 MJ/j/°C. Il apparaît donc que l'effet de l'augmentation de la température dépend du niveau de température initial.

En accord avec les résultats PRUNIER et al (1997), l'augmentation de la température ambiante s'accompagne d'une élé-

vation de la température rectale, qui permet de maximiser le gradient thermique entre les températures rectale et cutanée et ainsi de favoriser les pertes de chaleur par conduction. Parallèlement, le rythme respiratoire augmente et induit un accroissement des pertes de chaleur par évaporation. En fait, il semble que l'augmentation de la température rectale, quand la température ambiante s'élève au-delà de 25°C, contribue à maintenir le gradient entre les températures rectale et cutanée à un niveau minimal qui est atteint entre 25 et 27°C, ce qui correspond à une forte diminution de la CMJ (figure 2). Ce résultat suggère qu'au-delà de 25°C, les mécanismes impliqués dans la thermorégulation sont en quelque sorte saturés ou du moins inefficaces pour empêcher un accroissement de la température interne et une diminution des performances.

Figure 2 - Effet de la température ambiante sur le gradient thermique entre le rectum et la peau (o) et sur la quantité moyenne d'aliment consommé le veille et le jour de la mesure des températures corporelles(Δ)



Malgré une taille de portée et une CMJ comparables entre études, la vitesse de croissance des porcelets de notre expérience est supérieure à 18°C (2458 g/j) à celles obtenues par SCHOENHERR et al (1989; 1880 g/j) et par PRUNIER et al (1997; 2150 g/j) à partir de truies multipares maintenues respectivement à 20 et 18°C. Nos résultats confirment les conclusions de SCHOENHERR et al. (1989), BLACK et al. (1993) et PRUNIER et al (1997) selon lesquelles l'augmentation de la température ambiante s'accompagne d'une diminution de la croissance des porcelets. Dans la mesure où la vitesse de croissance de la portée et la quantité de lait produit sont étroitement liées (NOBLET et ÉTIENNE, 1989), la chute de croissance de la portée correspond à une moindre exportation de lait chez la truie maintenue au chaud. D'ailleurs, MESSIAS de BRANGANÇA et al (1998) ont mis en évidence un effet direct de la température ambiante sur la production laitière et leurs résultats indiquent que cet effet est accentué par une moindre intensité de la mobilisation des réserves corporelles au chaud. Cet effet résulterait d'une part d'une modification des niveaux circulants des hormones cataboliques telles que la triiodothyronine et la thyroxine (PRUNIER et al, 1997) et, d'autre part, d'une modification de la répartition des flux sanguins au profit de la peau et au détriment de la mamelle (BARB et al, 1991).

La perte de PV en lactation est en moyenne de 23 kg à 18°C dans notre étude. Malgré une CMJ comparable entre les expériences, cette valeur est beaucoup plus élevée que celle mise en évidence à 20°C chez des truies multipares pendant 21 j de lactation par SCHOENHERR et al (1989; 2,1 kg) mais identique à celle rapportée par PRUNIER et al (1997; 19 kg). De telles différences entre les expériences peuvent s'expliquer par les différences de niveau de produc-

tion des truies, la production laitière étant plus importante chez les truies étudiées par PRUNIER et al. (1997) et dans notre expérience. La perte de PV correspond essentiellement à du tissu maigre et du tissu gras. En moyenne entre 18 et 29°C, la perte de PV est multipliée par 2 mais sa composition tissulaire reste constante: le gras et le maigre représentent respectivement 27 et 55% de la perte de poids vif vide. Ce résultat est à rapprocher du fait que l'augmentation de la température s'accompagne d'une diminution globale de la prise alimentaire, et donc à la fois des protéines et de l'énergie ingérées.

CONCLUSION

Notre étude confirme l'effet négatif que le chaud exerce sur les performances de lactation de la truie; les résultats démontrent clairement que la relation entre la prise alimentaire en lactation et la température est quadratique et que la dégradation des performances des truies en lactation s'accroît principalement au-delà de 25°C. Chez les animaux exposés au chaud, la production laitière est réduite, ce qui s'accompagne d'une diminution de la vitesse de croissance des porcelets et donc de leur poids au sevrage. Parallèlement, la perte de poids des truies s'accroît au chaud ce qui peut induire une dégradation des performances de reproduction ultérieures. L'adaptation des caractéristiques nutritionnelles des régimes en fonction des conditions thermiques constitue probablement une solution technique permettant de réduire les effets négatifs du chaud sur les truies mais elle reste à valider. Par ailleurs, il s'agit de poursuivre les travaux initiés sur les effets des températures variables afin de caractériser les cinétiques de variation de la température permettant aux truies de compenser en période fraîche leur moindre

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BARB C.R., ESTIENNE M.J., KRAELING R.R., MARPLE D.N., RAMPACEK G.B., et al., 1991. *Dom. Anim. Endocr.*, 8, 117-127.
- BLACK J.L., MULLAN B.P., LORSCHY M.L., GILES L.R., 1993. *Livest. Prod. Sci.*, 35, 153-170.
- DOURMAD J.Y., ÉTIENNE M., NOBLET J., CAUSEUR D., 1997. *Journées Rech. Porcine en France*, 29, 255-262.
- MESSIAS DE BRANGANÇA M., MOUNIER A.M., PRUNIER A., 1998. *J. Anim. Sci.*, 76, 2017-2024.
- NOBLET J., ÉTIENNE M., 1989. *J. Anim. Sci.*, 67, 3352-3359.
- NOBLET J., SHI X.S., DUBOIS S., 1993. *Br. J. Nutr.*, 70, 407-419.
- NOBLET J., SHI X.S., FORTUNE H., DUBOIS S., LE CHEVESTRIER Y., et al., 1994. *Journées Rech. Porcine en France*, 26, 235-250.
- PRUNIER A., MESSIAS DE BRANGANÇA M., LE DIVIDICH J., 1997. *Livest. Prod. Sci.*, 52, 123-133.
- QUINIOU N., RENAUDEAU D., DUBOIS S., NOBLET J., 1998a. *Journées Rech. Porcine France*, 30, 303-310.
- QUINIOU N., NOBLET J., LE DIVIDICH J., 1998b. Effect of cold or hot exposure and body on the feeding behavior of group-housed growing pigs. In: *Proc of 32nd of the International Society for Applied Ethology*, Clermont-Ferrand, France, Ed: Veissier I. and Boissy A., INRA, 218 p.
- S.A.S., 1990. *S.A.S./STAT® User's Guide: statistics*. Statistical Analysis Systems Institute. (Release 6.07). S.A.S. Inst. Inc., Cary, NC.
- SCHOENHERR W.D., STAHY S., CROMWELL G.L., 1989. *J. Anim. Sci.*, 67, 482-495.