

la sous-nutrition explique-t-elle les effets d'une température ambiante élevée sur les performances des truies ?

Maya MESSIAS DE BRAGANÇA, Anne-Marie MOUNIER, J.C. HULIN, Armelle PRUNIER

Institut National de la Recherche Agronomique
Station de Recherches Porcines - 35590 Saint-Gilles

avec la collaboration technique de Y. LEBRETON et J. GAUTHIER

La sous-nutrition explique-t-elle les effets d'une température ambiante élevée sur les performances des truies ?

Dans cette étude, nous avons comparé des truies Piétrain x Large White réparties en trois lots expérimentaux caractérisés par une température ambiante incluse dans la zone de thermoneutralité (20AL n=6, 20RA n=6) ou supérieure à la température critique d'évaporation (30AL, n=12). Pendant la lactation, toutes les truies ont reçu un aliment standard. Celles des lots 20AL et 30AL ont été nourries à volonté tandis que celles du lot 20RA ont été rationnées d'après les quantités consommées à 30°C. Des prélèvements de sang ont été effectués à l'aide d'un cathéter chez toutes les truies à 110 jours de gestation, à 4, 19 et 20 jours de lactation et, à 1 et 8 jours post-sevrage.

Les consommations moyennes d'aliment en lactation ont été de 4,9 kg, 3,1 kg et 2,8 kg/jour respectivement pour les truies 20AL, 20RA et 30AL. La perte de poids journalière en lactation a été minimale pour les truies 20AL (390 g), plus élevée pour les truies 30AL (1015 g, $P < 0,05$) et maximale pour celles du lot 20RA (1497 g, $P < 0,05$). La vitesse de croissance des porcelets a été significativement inférieure à 30°C (1618 g/jour) qu'à 20°C (20AL: 2048 g/jour, 20RA: 1965 g/jour). Les concentrations plasmatiques de T4, T3 et du cortisol sont similaires chez les truies 20AL et 20RA quel que soit le stade de prélèvement ($P > 0,1$). Les concentrations plasmatiques sont significativement inférieures à 30 qu'à 20°C, à 4 jours de lactation et le lendemain du sevrage pour T4, à 4 jours de lactation, à 1 et 8 jours post-sevrage pour T3, à 20 jours de lactation et le lendemain du sevrage pour le cortisol. L'oestrus après le sevrage est retardé dans les lots 20RA et 30AL.

En conclusion, les truies à 30°C luttent contre l'hyperthermie en réduisant la production de chaleur interne par diminution de la consommation d'aliment, de la sécrétion des hormones cataboliques et de la mobilisation des réserves corporelles. La baisse de production laitière et les problèmes de retour en oestrus après le sevrage chez les truies au chaud sont probablement les conséquences de ces perturbations métaboliques.

Could undernutrition explain the effects of high ambient temperatures on performance of the sows ?

In the present study, we have compared Pietrain x Large White sows allocated to three experimental groups characterized by an ambient temperature within the zone of thermoneutrality (20AL n=6, 20RA n=6) or above the evaporative critical temperature (30AL n=12). During lactation, all sows received a standard diet. Those in the 20AL and 30AL groups were fed ad libitum and those in the 20RA group were restricted to the amount of feed eaten at 30°C. Blood samples were drawn through an indwelling catheter from all sows at day 110 of gestation, at days 4, 19 and 20 of lactation and, at days 1 and 8 post-weaning.

Mean amount of feed eaten during lactation was 4.9, 3.1 and 2.8 kg/day for sows in the 20AL, 20RA and 30AL groups, respectively. Daily liveweight loss during lactation was lowest for 20AL sows (390 g), higher for 30AL sows (1015 g, $P < 0.05$) and highest for 20RA females (1497 g, $P < 0.05$). Daily growth rate of the litters was significantly lower at 30°C (1618 g/day) than at 20°C (20AL: 2048 g/day, 20RA: 1965 g/day). Plasma concentrations of T4, T3 and cortisol were similar in 20AL and 20RA sows whatever the stage of blood sampling ($P > 0.1$). Plasma concentrations were significantly lower at 30 than at 20°C, at day 4 of lactation and day 1 post-weaning for T4, at day 4 of lactation and days 1 and 8 post-weaning for T3, at day 20 of lactation and day 1 post-weaning for cortisol. Oestrus after weaning was delayed for 20RA and 30AL sows.

In conclusion, sows at 30°C tried to avoid hyperthermia, reducing internal heat production by lowering their feed consumption, secretion of catabolic hormones and mobilization of their body reserves. Decrease in milk production and delayed return to oestrus after weaning in sows maintained at 30°C are probably consequences of these metabolic alterations.

INTRODUCTION

Les truies sont généralement élevées en bâtiments fermés permettant de contrôler, au moins en partie, l'éclairage et la température ambiante. Malgré cela, les conditions climatiques extérieures influencent les performances zootechniques des truies et notamment la durée de l'intervalle sevrage-oestrus (MARTINAT-BOTTÉ et al, 1984). En été, la température ambiante dans les bâtiments d'élevage peut monter jusqu'à 30°C (ITP, 1996) et il a été montré que des truies soumises à cette température présentent un allongement de l'intervalle sevrage-oestrus et une réduction de la production laitière (BARB et al, 1991; BLACK et al, 1993; PRUNIER et al, 1996). De plus, l'augmentation de la durée d'éclairage induit un allongement de l'intervalle sevrage-oestrus (PRUNIER et al, 1993). Chez la truie en lactation, les températures ambiantes élevées situées au-dessus de la zone de thermoneutralité (12 à 22°C) ont un effet dépressif important sur la consommation spontanée d'aliment ce qui peut expliquer au moins en partie la baisse des performances zootechniques (BLACK et al, 1993; PRUNIER et al, 1996). Cependant, on peut également supposer que les températures ambiantes élevées ont des effets sur les performances zootechniques des truies qui sont indépendants de la réduction de la consommation d'aliment. Dans la majorité des études réalisées jusqu'à présent, toutes les truies sont nourries à volonté et les effets de la température ambiante sont associés à un accroissement du déficit nutritionnel. Aussi, l'objectif de ce travail est de déterminer s'il existe des effets propres d'une température ambiante élevée (30°C) sur les performances zootechniques des truies et sur certaines caractéristiques métaboliques ou si ces effets s'expliquent seulement par la réduction de la consommation d'aliment.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Bâtiment et équipements

L'expérience a été réalisée à la Station de Recherches Porcines (INRA 35590 St-Gilles).

Les truies sont réparties dans deux salles climatisées (20°C et 30°C) comportant 6 loges chacune. La température de 20°C a été choisie parce qu'elle est incluse dans la zone de thermoneutralité des truies (BLACK et al, 1993) et celle de 30°C car elle peut être rencontrée dans les élevages porcins en été. La régulation de la température ambiante est assurée par un thermomètre à contact (Jumo, D.B.P, Allemagne). Pendant toute la durée de l'expérience, les truies sont maintenues à l'attache en loge individuelle. Le sol est en béton recouvert de paille fraîche tous les matins. La ventilation est assurée à l'aide de deux ventilateurs réglés automatiquement.

1.2. Schéma expérimental

Vingt quatre truies gestantes, croisées Piétrain x Large White, sont soumises à l'expérience. Celle-ci se déroule en deux répétitions successives comportant 12 truies chacune.

Dans chaque répétition, les truies sont réparties en trois lots expérimentaux, caractérisés par des températures et des niveaux alimentaires différents :

- lot 20AL : truies nourries à volonté et maintenues à 20°C,
- lot 30AL : truies nourries à volonté et maintenues à 30°C,
- lot 20RA : truies maintenues à 20°C et consommant la même quantité d'aliment que celles du lot 30AL.

La mise en lot est effectuée sur la base de l'origine parentale (au maximum deux soeurs de portées par lot) et du poids vif des truies. Le transfert des femelles dans le bâtiment expérimental a lieu le lendemain de la mise en lot, à 84 ± 1 jours de gestation (moyenne \pm écart type), soit environ 30 jours avant la mise bas.

Pour le lot 30AL, la température ambiante est réglée à 24°C le jour du transfert et augmente de 3°C/jour pendant les deux jours qui suivent. L'éclairage est exclusivement artificiel. La durée d'éclairage est réduite progressivement pendant la gestation suivant un protocole défini dans une expérience précédente (PRUNIER et al, 1993). Elle est maintenue constante et égale à 8 heures/jour de la treizième semaine de gestation jusqu'à la fin de l'expérience.

Pendant la gestation et après le sevrage, toutes les truies reçoivent 2,5 kg d'un aliment contenant 12,5% de protéines, 3,04 Mcal ED/kg et 0,51% de lysine. Il n'y a pas eu de refus. Pendant la lactation, l'aliment distribué contient 17,2% de protéines, 3,15 Mcal ED/kg et 0,85% de lysine. Le jour de la mise bas et le lendemain, toutes les truies reçoivent successivement 1,0 et 2,5 kg de cet aliment. Ultérieurement, les truies des lots 20AL et 30AL sont nourries à volonté et les quantités consommées sont mesurées chaque jour après collecte des refus. Les truies du lot 20RA reçoivent la même quantité d'aliment que celle consommée à 30°C. Les truies disposent d'eau à volonté grâce à un abreuvoir en forme de poussoir. Pendant toute la durée de l'étude, les truies reçoivent deux repas identiques par jour distribués entre 8 et 9h00 et entre 14 et 15h00.

À 102 ± 1 jours de gestation, un cathéter est posé au niveau de la veine jugulaire. Ce cathéter est rincé régulièrement avec du sérum physiologique contenant de l'héparine et un antibiotique.

Dans les 48 heures qui suivent la mise bas, des adoptions de porcelets sont réalisées intra-lots afin de limiter la variabilité de la taille de la portée. Pendant toute la lactation, les porcelets n'ont reçu aucun aliment complémentaire au lait de leur mère mais disposent d'eau à volonté.

1.3. Mesures et prélèvements sanguins

Les températures ambiantes minimales et maximales ainsi que l'humidité relative et la température rectale des truies sont contrôlées au cours des trois premiers jours de l'expérience, puis deux fois par semaine.

Les truies sont pesées à la mise en lot, le lendemain de la

mise bas et le jour du sevrage. Pour estimer l'état d'engraissement de l'animal, l'épaisseur de lard est mesurée par ultra-sonographie le lendemain de la mise bas et le jour du sevrage en trois sites (dos, épaule et rein) de chaque côté de l'animal. Tous les porcelets sont pesés à la naissance, à une, deux et trois semaines d'âge. Après le sevrage, l'oestrus est recherché par passage quotidien d'un verrat.

Des prélèvements de sang sont effectués sur les truies aux stades suivants :

- à 110 ± 1 jours post-coïtum (p.c.),
- pendant la lactation à 4 ± 1 et 19 ± 1 jours post-partum (p.p.),
- à 1, 8 et 12 jours après le sevrage (p.s.).

Ces prises de sang ont lieu le matin entre 8h15 et 9h00 avant la distribution du repas. Les auges sont vidées la veille à 16h00.

Sur tous les prélèvements excepté le dernier, les concentrations plasmatiques des hormones thyroïdiennes et du cortisol sont mesurées par dosage radioimmunologique. Pour les hormones thyroïdiennes le dosage est fait à l'aide de coffrets (ICN, Hyland Avenue Costa Mesa CA 92626, USA). Les concentrations plasmatiques de cortisol sont mesurées selon une méthode déjà validée (MEUNIER-SALAÛN et al, 1991) et seuls les prélèvements de la première répétition ont été dosés. Les niveaux de progestérone (TERQUI et THIMONIER, 1974) sont déterminés seulement sur le prélèvement effectué à 12 jours p.p..

1.4. Analyses statistiques

La comparaison des pourcentages a été effectuée avec le test de Chi2. Toutes les autres variables ont été analysées par analyse de variance en utilisant la procédure GLM du programme SAS (1988). Pour toutes les variables étudiées, on a recherché l'influence du lot, de la répétition et de leur interaction. Pour la température rectale des truies et les concentrations hormonales, on a utilisé un modèle en split-plot permettant de prendre en compte l'effet truie, d'analyser l'effet du stade et de l'interaction stade x lot. Concernant l'épaisseur de lard, les analyses statistiques ont été réalisées après calcul de la moyenne des différents sites. Pour les variations de poids et d'épaisseur de lard, on a réalisé une analyse de covariance en incluant le poids à la mise bas comme covariable. Lorsque l'effet du lot était significatif, les comparaisons entre moyennes de chaque lot ont été réalisées avec le test de Bonferoni.

2. RÉSULTATS

2.1. Température ambiante, humidité relative et température rectale des animaux

L'analyse du tableau 1 montre que les valeurs fixées pour la température ambiante ont été respectées tout au long des deux répétitions puisque les valeurs obtenues, sont très proches de celles programmées. L'humidité relative est plus élevée à 20°C qu'à 30°C quelle que soit la répétition.

La température rectale des truies est plus élevée en lactation qu'avant la mise bas ou qu'après le sevrage dans les trois groupes expérimentaux ($P < 0,05$; figure 1). Pendant toute la durée de l'expérience, la température rectale des truies à 30°C est supérieure à celle des femelles à 20°C rationnées ou nourries à volonté bien que la différence ne soit pas toujours significative. Pendant la lactation, la température rectale des truies 20RA est inférieure à celle des truies 20AL même si la différence n'est significative qu'à 12 et 19 jours p.p..

Figure 1 - Influence de la température ambiante et du niveau alimentaire sur la température rectale des truies

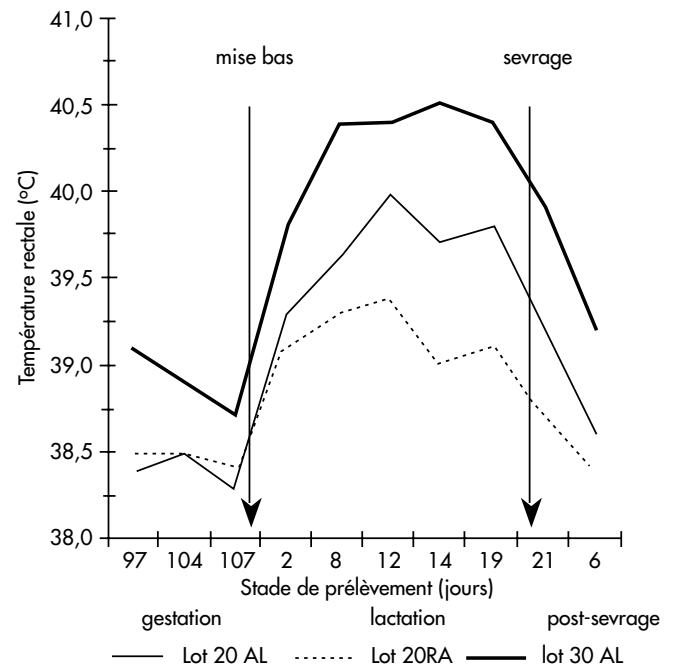


Tableau 1 - Caractéristiques climatiques observées au cours des deux répétitions (moyenne \pm écart-type)

	Salle à 20°C		Salle à 30°C	
	Répétition 1	Répétition 2	Répétition 1	Répétition 2
Température maximale (°C)	20,9 \pm 0,5	20,9 \pm 0,5	30,2 \pm 1,3	30,5 \pm 0,8
Température minimale (°C)	19,6 \pm 1,5	19,3 \pm 0,5	27,9 \pm 2,3	29,7 \pm 1
Humidité relative (%)	65,06 \pm 9	81,5 \pm 10,1	45,6 \pm 8,2	63,1 \pm 12,7

2.2. Performances zootechniques des truies et des porcelets

Chez les truies nourries à volonté, la consommation moyenne journalière est réduite d'un peu plus de 40% à 30°C par rapport à 20°C (tableau 2). Chez les truies rationnées à 20°C, la consommation d'aliment est très proche de celle mesurée à 30°C, ce qui correspond aux objectifs du protocole expérimental.

Le poids vif et l'épaisseur de lard des truies ne diffèrent pas significativement entre les trois lots à la mise bas et au sevrage (tableau 2). Cependant, les pertes de poids mesurées sur l'ensemble de la lactation ou calculées par jour de lactation diffèrent

significativement entre les trois groupes de truies ($P < 0,05$). Elles sont maximales chez les truies 20RA et minimales chez celles du groupe 20AL. Concernant l'épaisseur de lard, on observe également une augmentation de la perte en lactation chez les truies rationnées ou maintenues à 30°C ($P < 0,05$).

Les nombres de porcelets nés, nés vivants, présents à 2 jours p.p., sevrés et morts pendant la lactation sont similaires dans les trois groupes de truies (tableau 3). Les poids vifs des porcelets à la naissance et au sevrage ne diffèrent pas significativement entre les trois lots. Cependant, la vitesse de croissance des portées est réduite de près de 20% à 30°C comparativement à 20°C. Elle n'est pas influencée par le niveau alimentaire des truies à 20°C.

Tableau 2 - Consommation d'aliments, poids vif et épaisseur de lard des truies expérimentales (moyenne \pm écart-type)

	Lot 20AL	Lot 20RA	Lot 30AL	Signification statistique (1)		
				Lot	Rép.	Lot x Rép
Aliment consommé (kg/jour de lactation)	4,9 \pm 0,3a	3,1 \pm 0b	2,8 \pm 0,5b	***	NS	NS
Poids vif (kg) À la mise bas	179 \pm 6	190 \pm 16	182 \pm 10	NS		NS
Au sevrage	190 \pm 16	159 \pm 9	160 \pm 12		NS	NS
Perte de poids en lactation kg/lactation	-8,3 \pm 9,7a	-31,5 \pm 10,6c	-21,7 \pm 8,2b	***	**	NS
g/jour	-390 \pm 456a	-1497 \pm 552c	-1015 \pm 391b	***	**	*
Épaisseur de lard (mm) À la mise bas	15,5 \pm 0,8	16,1 \pm 0,9	15,7 \pm 2,1	NS	NS	NS
Au sevrage	14,6 \pm 1,4	12,6 \pm 0,6	13 \pm 2,3	NS	NS	NS
Perte de tissu gras en lactation mm/lactation	-0,9 \pm 1,4a	-3,5 \pm 1,1b	-2,8 \pm 1,4b	**	NS	NS
mm/jour	-0,04 \pm 0,07a	-0,17 \pm 0,05b	-0,14 \pm 0,06b	**	NS	NS

(1) *** : $P < 0,001$; ** $P < 0,01$; * $P < 0,05$; T : $P < 0,1$; NS : $P > 0,1$.

Les moyennes affectées d'une lettre différente sur une même ligne diffèrent à $P < 0,05$.

Tableau 3 - Influence de la température ambiante et du niveau alimentaire des truies sur la taille des portées et leur croissance (moyenne \pm écart-type)

	Lot 20AL	Lot 20RA	Lot 30AL	Signification statistique (1)		
				Lot	Rép.	LotxRép.
Nombre de porcelets Nés totaux	10,5 \pm 2,8	10 \pm 2,5	10,2 \pm 3	NS	**	NS
Nés vivants	10 \pm 2,8	9,8 \pm 2,3	9,8 \pm 2,8	NS	**	NS
Présents à 2 jours p.p	8,8 \pm 0,8	8,7 \pm 0,5	8,5 \pm 0,5	NS	**	NS
Sevrés	8,5 \pm 0,6	8,3 \pm 0,8	8,2 \pm 0,4	NS	***	*
Morts en lactation	0,2 \pm 0,4	0,3 \pm 0,8	0,3 \pm 0,5	NS	NS	NS
Poids vif des porcelets (g) À la naissance	1255 \pm 122	1219 \pm 45	1342 \pm 200	NS	NS	NS
Au sevrage	6438 \pm 629	6289 \pm 722	5800 \pm 734	NS	**	*
Croissance des portées En lactation (kg)	43,4 \pm 6,1a	41,6 \pm 4,9a	34,7 \pm 6,9b	*	NS	NS
Journalière (g/jour)	2048 \pm 255a	1965 \pm 203a	1618 \pm 301b	**	NS	NS

(1) *** : $P < 0,001$; ** $P < 0,01$; * $P < 0,05$; NS : $P > 0,1$.

Les moyennes affectées d'une lettre différente sur une même ligne diffèrent à $P < 0,05$.

Le retour en oestrus des truies après le sevrage diffère significativement entre les trois groupes de truies ($P < 0,01$, tableau 4). La majorité des truies 20AL contre seulement un tiers des truies 30AL et aucune des truies 20RA ont un oestrus dans un délai court après le sevrage (de 4 à 6 jours). Aucune des truies 20AL, une minorité des truies 20RA et un tiers des truies 30AL n'étaient toujours pas venues en oestrus dans un délai de 11 jours après le sevrage. Le dosage de progestérone 12 jours après le sevrage confirme que les truies observées en oestrus ont ovulé et qu'aucune femelle n'a eu d'ovulation silencieuse.

Tableau 4 - Influence de la restriction alimentaire et de la température sur le retour en oestrus des truies après le sevrage

	Nombre de truies		
	Lot 20AL	Lot 20RA	Lot 30AL
Intervalle sevrage oestrus (jours)			
4 à 6	5	0	4
7 à 11	1	5	4
> 11	0	1	4

2.3. Hormones thyroïdiennes et cortisol

La température ambiante influence les concentrations plasmatiques des hormones thyroïdiennes qui sont toujours plus faibles chez les truies maintenues à 30°C que chez celles à 20°C bien que les différences ne soient pas significatives à tous les stades de prélèvement (figures 2 et 3). Les concentrations plasmatiques de T4 (thyroxine) et T3 (triiodothyronine) sont similaires chez les truies nourries à volonté et rationnées à 20°C quel que soit le stade.

Figure 2 - Influence de la température ambiante et du niveau alimentaire sur les concentrations plasmatiques de T4 à différents stades du cycle de reproduction chez des truies primipares

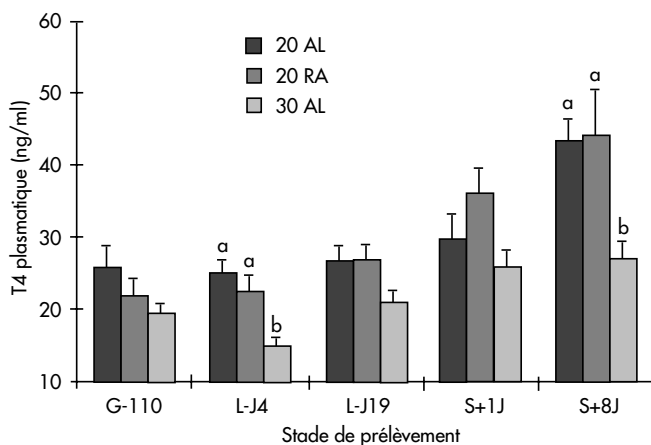
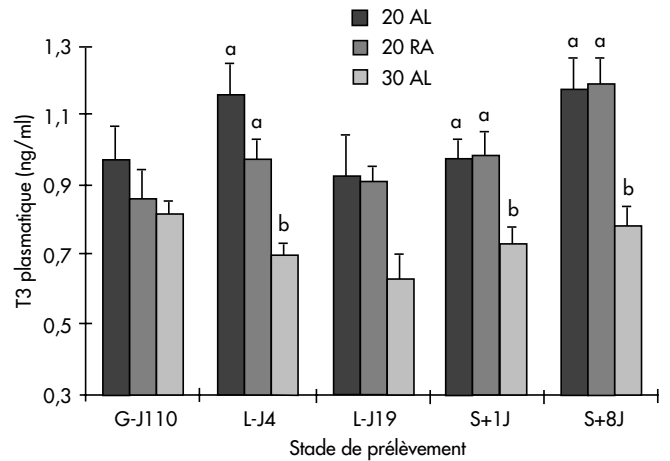
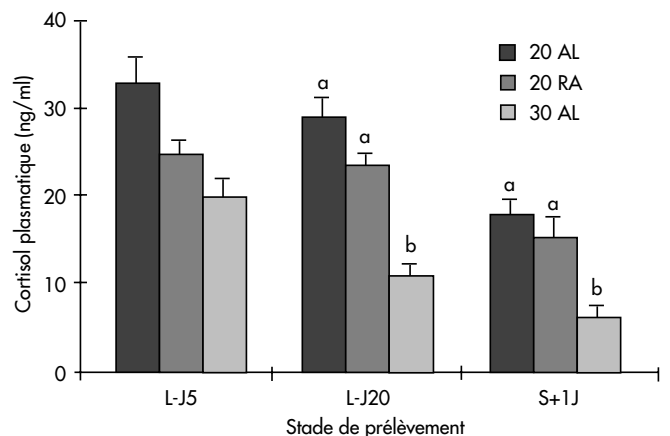


Figure 3 - Influence de la température ambiante et du niveau alimentaire sur les concentrations plasmatiques de T3 à différents stades du cycle de reproduction chez des truies primipares



De même, les concentrations plasmatiques de cortisol sont plus faibles pour les truies maintenues à 30°C bien que les différences ne soient pas toujours significatives (figure 4). Ces concentrations sont similaires chez les truies nourries à volonté et rationnées à 20°C.

Figure 4 - Influence de la température ambiante et du niveau alimentaire sur les concentrations plasmatiques de cortisol au cours de la lactation et après le sevrage chez des truies primipares



3. DISCUSSION ET CONCLUSION

Notre étude montre que le rationnement alimentaire à 20°C n'a que peu d'effet sur la vitesse de croissance des portées et les concentrations plasmatiques du cortisol et des hormones thyroïdiennes chez les truies alors que l'augmentation de la température ambiante induit une réduction significative de ces trois paramètres.

La première conséquence de l'élévation de la température ambiante est l'augmentation de la température rectale des truies en accord avec la bibliographie (LYNCH, 1977; HOAGLAND et WHETTEMANN, 1984; SCHOENHERR et al, 1989a et b; MESSIAS DE BRAGANÇA et al, 1995). Cette augmentation est probablement due à la difficulté éprouvée par l'animal pour dissiper l'excès de chaleur interne produite par le métabolisme (HORI, 1995). Chez le porc, les transferts de chaleur s'effectuent essentiellement par évaporation d'origine respiratoire (environ 30% des pertes), par conduction et par convection (MOUNT, 1977 et 1979). L'intensité des échanges thermiques par conduction et convection dépend évidemment de l'écart de température entre la surface de l'animal et le milieu ambiant. Aussi, on comprend bien que les truies à 30°C ayant du mal à évacuer l'excédent de chaleur interne, leur température rectale augmente.

Pour limiter l'augmentation de la température corporelle, qui peut devenir fatale, l'animal adopte un certain nombre de stratégies visant à réduire la production de chaleur interne. Parmi celles-ci, la réduction de la consommation d'aliment semble jouer un rôle très important. En effet, on constate dans cette expérience une baisse de plus de 40% de la consommation à 30°C en accord avec la bibliographie (BARB et al, 1991; BLACK et al, 1993). Un tel écart de consommation d'aliment induit d'ailleurs une diminution de la température rectale d'un peu plus d'un demi degré Celsius chez les truies à 20°C.

Parallèlement à cette diminution de l'appétit à 30°C, nos résultats montrent une réduction des concentrations plasmatiques des hormones thyroïdiennes dont le rôle catabolique et thermogène est bien connu (ALNAIMY et al, 1993). Cette diminution des concentrations plasmatiques de T3 et T4 est similaire à celle que nous avons obtenue dans une expérience précédente également chez des truies primipares (MESSIAS DE BRAGANÇA et al, 1995). BARB et al (1991) avaient observé la même tendance avec une réduction de 30% de la concentration de T4 entre 22°C et 30°C. Les résultats obtenus par NOUTY et al (1989) chez la vache laitière élevée dans un milieu subtropical indiquent également une diminution des niveaux périphériques de T3 et T4. Les modifications des concentrations circulantes de T3 et de T4 que nous obtenons suggèrent que la sécrétion de T4 par la thyroïde et la conversion périphérique de T4 en T3 sont réduites chez les truies placées au chaud.

De même, les concentrations plasmatiques de cortisol sont réduites au chaud ce qui traduit probablement une inhibition de l'activité sécrétoire du cortex surrénalien et contribue à réduire la production de chaleur interne (ALNAIMY et al, 1993). En effet, les glucocorticoïdes ont une action catabolique sur de très nombreux tissus, dont le tissu adipeux et le muscle, favorisant notamment la lipolyse et la dégradation des protéines (BAXTER et al, 1972). La diminution de la cortisolémie que nous observons au chaud est en accord avec les résultats de SEREN et al (1988) chez des truies ovariectomisées soumises à un stress thermique de longue durée, avec ceux de STORK (1979) chez des truies en été (Juillet) et

ceux de BARB et al (1993) chez des truies allaitantes primipares maintenues à 30°C. De plus, SEREN et al (1988) ont montré que la sécrétion de cortisol après l'injection d'ACTH (adrenocorticotropique hormone) est plus faible chez les truies ovariectomisées soumises à des températures élevées que chez celles qui sont maintenues à la thermoneutralité. Ceci suggère qu'une partie au moins de la régulation de la sécrétion du cortisol par la température se fait directement au niveau des glandes surrénales et non pas à l'étage hypothalamo-hypophysaire.

La réduction du catabolisme telle que la laissent supposer les diminutions des concentrations plasmatiques des hormones thyroïdiennes et du cortisol devrait aboutir à une atténuation de la mobilisation des réserves corporelles chez des truies allaitantes élevées au chaud. C'est effectivement ce que nous observons puisque la perte de poids vif en lactation est significativement réduite chez les truies à 30°C par rapport à celle des truies à 20°C recevant le même niveau alimentaire. De même, la perte de tissu adipeux est plus faible à 30°C même si la différence n'est pas significative. Ces résultats sont en accord avec ceux que nous avons obtenus antérieurement (MESSIAS DE BRAGANÇA et al, 1995).

Notre étude montre une réduction de la vitesse de croissance des portées qui est très probablement due à une diminution de la production laitière des truies. Ceci est en accord avec les résultats de la bibliographie (SCHOENHERR et al, 1989; VIDAL et al, 1991; BLACK et al, 1993; MESSIAS DE BRAGANÇA et al, 1995). Plusieurs hypothèses peuvent expliquer cette influence de la température ambiante sur l'intensité de la production laitière. La première concerne l'apport à la mamelle des nutriments nécessaires à la synthèse du lait. En effet, les truies au chaud mangent peu et mobilisent difficilement leurs réserves corporelles. Nous avons d'ailleurs observé antérieurement une corrélation étroite entre la vitesse de croissance des portées et les pertes de poids journalières des truies (MESSIAS DE BRAGANÇA et al, 1995).

Les hormones thyroïdiennes jouent un rôle important pour le maintien de la production laitière (TUCKER, 1988). Ainsi, l'ingestion de TRH (thyrotropin-releasing hormone) par des truies en lactation augmente aussi bien la sécrétion de T4, la production laitière et le poids des porcelets au sevrage (CABELL et ESBENSHADE, 1990). Chez la vache, l'injection de T4 combinée ou non à celle de l'hormone de croissance permet d'accroître la production laitière, le flux sanguin mammaire (DAVIS et al, 1988) ainsi que la teneur en lipides et en lactose du lait (DAVIS et al, 1987). Aussi, la réduction des concentrations circulantes des hormones thyroïdiennes au chaud induit vraisemblablement une diminution de la production laitière. De même, la réduction de la cortisolémie au chaud pourrait contribuer à diminuer la production laitière des truies. En effet, STEWARD et THOMPSON (1984) ont montré que, chez la chèvre en lactation, l'injection d'ACTH ou l'infusion de cortisol induisent une augmentation de la production laitière et de l'exportation de lactose, de citrate et de glucose dans le lait.

Une autre hypothèse déjà formulée par BLACK et al (1993)

est que pour lutter contre l'hyperthermie, le flux sanguin vers la peau augmente afin d'y intensifier les pertes de chaleur. En conséquence, le flux sanguin vers les mamelles serait réduit ce qui limiterait encore plus les apports des nutriments nécessaires pour la production du lait.

Notre étude confirme que la restriction alimentaire durant la lactation induit un allongement de l'intervalle sevrage-oestrus chez des truies à la thermoneutralité (DOURMAD et al, 1994). Chez les truies au chaud, le retour en oestrus est beaucoup plus variable que chez les truies rationnées maintenues à 20°C comme nous l'avons déjà observé antérieurement (MESSIAS DE BRAGANÇA et al, 1995). Certaines truies à 30°C ne présentent aucun retard de l'oestrus (un tiers), d'autres ont un retard modéré (un tiers) comme la majorité des truies rationnées à 20°C et les dernières sont très retardées puisqu'elles n'avaient toujours pas présenté

d'oestrus 12 jours après le sevrage. Cette variabilité à 30°C incite à penser que les troubles de l'oestrus après le sevrage des truies maintenues au chaud ne peuvent être expliqués que partiellement par l'accroissement du déficit nutritionnel. Les perturbations métaboliques associées à l'adaptation au chaud sont probablement impliquées. En effet, il a été montré que notamment les hormones thyroïdiennes et les corticostéroïdes sont susceptibles d'influencer le fonctionnement de l'axe hypothalamus-hypophyse-ovaires (BOOTH, 1990).

Notre expérience montre un certain nombre d'adaptations physiologiques et métaboliques des truies au chaud qui leur permettent de limiter la production de chaleur interne et donc de lutter contre l'hyperthermie. Ces adaptations ont des conséquences défavorables sur les performances zootechniques des truies, notamment sur la croissance des porcelets sous la mère et la reprise de l'activité ovarienne après le tarissement.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALNAIMY A., HABEEB M., FAYAZ I., MARAI M., KAMAL T.H., 1993. Farm animals and the environment. Commonwealth Agricultural Bureaux (C.A.B). International University press. Cambridge, 27-45.
- BARB C.R., ESTIENNE M.J., KRAELING R.R., MARPLE D.N., RAMPACEK G.B., 1991. *Domest. Anim. Endo.*, 8, 117-127.
- BAXTER J.D., FORSHAM P.H., 1972. *Amer. Jour. Med.*, 53, 573-589.
- BLACK J.L., MULLAN B.P., LORSHY M.L., GILES L.R., 1983. *Livest. Prod.* 35, 153-170.
- BOOTH P.J., 1990. *J. Reprod. Fert. Suppl.*, 40, 89-100.
- CABELL S.B., ESBENSHADE K.L., 1990. *J. Anim. Sci.*, 68 (12), 4292-4302.
- DAVIS S.R., COLLIER R.J., Mc NAMARA J.P., HEAD H.H., SUSSMAN W., 1988. *J. Anim. Sci.*, 66 (1), 70-79.
- DAVIS S.R., GLUCKMAN P.D., HART I.C., HENDERSSON H.V., 1987. *J. Endocrinol.*, 114(1), 17-24.
- DOURMAD J.Y., ÉTIENNE M., PRUNIER A., 1994. *Liv. Pod. Sci.*, 40, 87-97.
- EL-NOUTY F.D., JOHNSON H.D., KAMAL T.H., HASSAN G.A., SALEM M.H., 1989. *Beitr. Trop. Landwirsch. Veterinarmed.*, 27(4), 461-468.
- HOAGLAND T.A., WETTEMANN R.P., 1984. *Theriogenology*, 22, 15-24.
- HORI S., 1995. *Jap. Journ. Physiol.*, 45, 921-946.
- ITP, 1996. Villefranche. Les facteurs d'ambiance: 21 au 23 Mai 1996.
- LYNCH P.B., 1977. *Ir. J. Agric. Res.*, 16, 123-130.
- MARTINAT-BOTTÉ F., DAGORN J., TERQUI M., DANDO P., 1984. *Ann. Rech. Vet.*, 15, (2), 165-172.
- MESSIAS DE BRAGANÇA M., QUESNEL H., MOUNIER A.M., PRUNIER A., 1995. *Journées Rech. Porcine en France*, 27, 37-44.
- MEUNIER-SALAÜN M.C., GORT F., PRUNIER A., SCHOUTEV W.P.G., 1991. *App. Anim. Beh. Sci.*, 31, 43-59.
- MOUNT L.E., 1977. *Prod.*, 25, 271-279.-
- MOUNT L.E., 1979. In «Adapation to thermal environment. Man and its reproductive animals». 182-207. Arnold éd., Londres.
- PRUNIER A., MOUNIER A.M., DOURMAD J.Y., ÉTIENNE M., 1993. *Journées Rech. Porcine en France*, 25, 107-112.
- PRUNIER A., QUESNEL H., MESSIAS DE BRAGANÇA M., KERMABON A.Y., 1996. *Livest. Prod. Sci.*, 45, 103-110.
- SCHOENHERR W.D., STAHLY T.S., CROMWELL G.L., 1989a. *J. Anim. Sci.*, 67, 473-481.
- SCHOENHERR W.D., STAHLY T.S., CROMWELL G.L., 1989b. *J. Anim. Sci.*, 67, 482-485.
- SEREN E., MATTIOLI M., DE RENSIS F., 1988. 11th Intern. Cong Anim. Reprod. Art. Insem. 4, 417.
- STORK M.G., 1979. *Vet. Rec.*, 104, 49-52.
- STEWARD H.J., THOMPSON G.E., 1984. *J. Endocrinol.*, 101 (2), 203-211.
- TERQUI M., THIMONIER J., 1974. *C.R.Acad. Sci. (Paris)*, 279, 1109-1112.
- TUCKER H.A., 1988. *J. Dairy Sci.* 64: 1403.
- VIDAL J.M., EDWARDS S.A., MAC PHERSON O., ENGLISH P.R., TAYLOR A.G., 1991. *Anim. Prod.*, 52, 597.