1989. JOURNÉES RECH. PORCINE EN FRANCE, **21**, 239 - 244.

INFLUENCE D'UNE RÉDUCTION DE LA TEMPÉRATURE AMBIANTE OU D'UN ABAISSEMENT NOCTURNE DE LA TEMPÉRATURE AMBIANTE SUR LES PERFORMANCES DU PORCELET SEVRÉ

Dominique RINALDO, Marie-Christine SALAÜN, J. LE DIVIDICH

I.N.R.A. - Station de Recherches Porcines - Saint-Gilles, 35590, L'HERMITAGE

Avec la collaboration technique de Anne PASQUIER et de J. GAUTHIER

INTRODUCTION

La température critique du porcelet sevré vers trois semaines d'âge est initialement élevée (26 à 28 °C) puis décroît rapidement, parallèlement à l'augmentation des quantités ingérées (Mc CRACKEN et CADWELL, 1980 ; CLOSE et STANIER, 1984). Dans des conditions d'élevage sur caillebotis, il est recommandé de maintenir la température ambiante à 28°C la semaine qui suit le sevrage, puis de l'abaisser de 2°C par semaine jusqu'à un minimum de 20°C (LE DIVIDICH et al., 1982 ; MWPS, 1983). Le bâtiment de post-sevrage est donc particulièrement dispendieux en énergie (MARCHAL, 1986). Pour diminuer ce côut, on peut envisager de ne pas chauffer et d'accepter une réduction des performances. A cet égard, les récents travaux de NIENABER et al.(1985) montrent que lorsque l'état sanitaire est bon, le porcelet s'adapte assez bien à des températures basses en augmentant sa consommation d'aliment. Toutefois, aucune recommandation pratique ne peut en être dégagée en raison des températures extrêmes étudiées. Par ailleurs, des mesures calorimétriques et comportementales suggèrent que la température critique des porcelets varie au cours du nycthémère et présente un minimum la nuit (VAN DER HEL et al., 1984; BALSBAUGH et CURTIS, 1979). Selon BRUMM et al.(1985) et BRUMM et SHELTON (1988) une réduction nocturne (5 ou 10°C) de la température ambiante n'affecte pas les performances zootechniques et permet une économie d'énergie de 30%.

Nos objectifs sont donc:

1-d'étudier les effets d'une exposition prolongée à 12, 18 ou 25°C sur les performances de croissance du porcelet sevré (essai 1),

2-de confirmer les premières observations de BRUMM et al.(1985) et de BRUMM et SHELTON (1988) et de les compléter par des mesures de comportement (essai 2) et de composition chimique corporelle (essai 3).

1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

1.1 Généralités

Les 3 essais sont réalisés sur des porcelets de race Large White sevrés vers 3 semaines d'âge. L'expérimentation proprement dite démarre à l'issue d'une période d'adaptation de 2 semaines. Au cours de cette période la température ambiante initiale de 28°C est progressivement abaissée à la température fixée pour l'expérience. La température ambiante est régulée à ± 1°C, et dans les essais 2 et 3 un système informatisé est utilisé pour abaisser la température ambiante entre 19h00 et 07h00 et pour réaliser le changement thermique en 1 heure. La vitesse d'air est inférieure à 0,10 $m.s^{-1}$ et l'humidité relative mesurée est de l'ordre de 70%.

Les porcelets sont élevés individuellement (essais 1 et 3) ou par groupe de 4 (essai 2) dans des cages métalliques. La superficie par animal est de 0.72 m2 (essais 1 et 3) ou de 0.36 m2 (essai 2). Les animaux reçoivent à volonté un aliment granulé du commerce qui renferme 20 % de protéines brutes et 2960 Kcal d'EM/Kg. L'eau est fournie à volonté. Les quantités d'aliment proposées, les refus et gaspillages éventuels sont pesés à ± 2g. Les teneurs en matière sèche de l'aliment proposé et des refus sont déterminées chaque semaine. La pesée des porcelets est hebdomadaire.

1.2 Essai 1

72 porcelets sevrés sont utilisés afin d'étudier les effets prolongés d'une température suboptimale sur les performances de croissance. 3 répétitions portant chacune sur 24 animaux ont été menées en 1986 et 1987. Les porcelets sont répartis en blocs de 3 individus issus d'une même portée et affectés aux températures expérimentales de 12, 18 ou 25°C (témoin). La durée de l'essai est de 5 semaines.

1.3. Essai 2

32 porcelets répartis en 8 blocs de 4 sont utilisés afin d'étudier les effets d'une réduction nocturne de la température ambiante sur les performances de croissance et le comportement de porcelets élevés en groupe. Au cours de la période d'adaptation, la température ambiante est abaissée progressivement de 28 à 24°C. Pendant l'expérimentation deux animaux de chaque bloc sont soumis à une température ambiante cons-

tante (22°C). Les deux autres porcelets sont maintenus à la même température le jour, mais la température nocturne est réduite jusqu'à atteindre l'amplitude maximale de 8°C, selon la tableau 1. La durée de l'essai est de 4 semaines.

Les fréquences des visites à l'auge et du repos sont établies sur la base d'un enregistrement d'une durée de 10 secondes toutes les 5 minutes entre 08h00 et 09h00 le lendemain matin. Pour chaque enregistrement, on détermine le nombre d'animaux au repos et présents à l'auge. Le comportement d'aggrégation des porcelets est estimé par la surface d'entassement (S), exprimée en cm^2 selon la formule :

$$S = \text{surface au sol occupée par les animaux entassés} \times \frac{4}{\text{nbre d'animaux entassés}}$$

TABLEAU 1
SCHÉMA EXPRIMENTAL DE L'ESSAI 2 (ANIMAUX EN GROUPE).

Départ de l'expérience ▼

Traitement	Semaine 1	2	3	4 à 6	
Température constante	Température (°C) Jour Nuit	28 -> 26	26 -> 24	24 -> 23	22
Température cyclique	Température (°C) Jour Nuit	28 -> 26	26 -> 24	24 -> 23 22 -> 16	22 14

La surface est mesurée pendant la période nocturne de 01h00 à 02h30. Les observations comportementales sont réalisées sur 4 groupes témoins et 4 groupes expérimentaux, une semaine après le début de l'expérimentation.

1.4. Essai 3

L'essai 3 a pour objectif d'étudier l'influence d'une réduction nocturne de la température ambiante sur la composition corporelle des porcelets. 16 animaux sont répartis en 8 blocs de 2 individus issus de la même portée. A l'issue de la période d'adaptation, les porcelets sont soumis, pendant 35 jours, soit à une température constante de 25°C, soit à une réduction de la température nocturne. L'amplitude maximale de 7°C est atteinte en une semaine (tableau 2). Au cours des 2° et 3° semaines expérimentales les consommations diurne et nocturne sont mesurées pendant 3 jours consécutifs. En fin d'expérimentation, 14 porcelets pesant 30,950 ± 1,430 Kg de poids vif sont sacrifiés. La carcasse éviscérée, le tube digestif plein et vide sont pesés. Les teneurs en matière sèche, azote et lipides des porcelets entiers, viscères y compris, sont déterminées sur échantillons lyophilisés.

Les données expérimentales sont traitées par analyse de la variance ; dans l'essai 1 la comparaison des moyennes est effectuée à l'aide du test de Scheffé (logiciel SAS).

TABLEAU 2
SCHÉMA EXPRIMENTAL DE L'ESSAI 3 (Animaux en cage individuelle).

Départ de l'expérience ▼

Traitement	Semaine	1	2	3	4 à 7
Température constante	Température (°C) Jour Nuit	28 -> 27	27 -> 25	25	25
Température cyclique	Température (°C) Jour Nuit	28 -> 27	27 -> 25	25 24 -> 20	25 18

2. RÉSULTATS

2.1. Essai 1

Nous n'avons enregistré aucune mortalité et l'état sanitaire est bon. L'effet de la température ambiante sur la croissance pondérale et la consommation d'aliment est de nature quadratique (Tableau 3). Le gain de poids quotidien est maximum à

18°C, mais n'est pas significativement supérieur à celui observé à 25°C ; en revanche il décroît de 10% entre 18 et 12°C (P < 0,01). La consommation augmente de 12% avec l'abaissement de la température de 25 à 18°C (P < 0,01), mais entre 18 et 12°C, l'augmentation (+2,5%) n'est pas significative (P > 0,10). L'indice de consommation augmente linéairement (P < 0,01) de 0,39 point entre 25 et 12°C.

TABLEAU 3
INFLUENCE D'UNE RÉDUCTION DE LA TEMPÉRATURE AMBIANTE SUR LES PERFORMANCES DU PORCELET SEVRÉ.

	Température (°C)			Signification statistique
	12	18	25	
Poids initial (kg)	8,69 ± 1,12	8,84 ± 1,28	8,91 ± 1,39	NS
Poids final (kg)	29,15 ± 2,69	30,95 ± 2,58	30,50 ± 3,69	NS
Gain de poids (g/j)	576 ± 81a	639 ± 52b	617 ± 77ab	P < 0,0001
Quantités ingérées (g/j)	1210 ± 130a	1180 ± 110a	1050 ± 120b	P < 0,0001
Indice de consommation	2,10 ± 0,16a	1,85 ± 0,12b	1,71 ± 0,12c	P < 0,0001

a, b, c : les chiffres affectés de lettres différentes sont différents à P < 0,01.
NS : P > 0,10.

2.2. Essai 2

Le gain de poids des porcelets soumis à une variation nycthémérale de la température est identique à celui d'animaux maintenus à température constante (P > 0,10) (Tableau 4). Toutefois, leur consommation d'aliment et leur indice de consommation augmentent respectivement de 13% (P < 0,08) et de 0,17 point (P < 0,03).

La chute de température pendant la période nocturne tend à accroître l'activité des porcelets (P < 0,06, tableau 5). Le nombre de visites à l'auge est équivalent dans les groupes témoins et expérimentaux mais le nombre d'animaux impliqués dans les visites tend à augmenter (P < 0,10) dans les groupes soumis à une variation nycthémérale de la température. La réduction nocturne de la température provoque également une diminution non significative (P < 0,001) de la surface d'entassement (6222 ± 817 contre 6522 ± 845 cm2) indiquant un comportement d'aggrégation accentué.

TABLEAU 4
INFLUENCE D'UNE RÉDUCTION NOCTURNE DE LA TEMPÉRATURE AMBIANTE SUR LES PERFORMANCES DES PORCELETS EN GROUPE.

	Température constante	Température cyclique	Signification statistique
Poids initial (kg)	12,06 ± 1,60	12,61 ± 2,09	NS
Poids final (kg)	29,58 ± 2,64	30,62 ± 3,44	NS
Gain de poids (g/j)	626 ± 74	643 ± 73	NS
Quantités ingérées (g/j)	1070 ± 110	1210 ± 60	P < 0,08
Indice de consommation	1,71 ± 0,09	1,88 ± 0,08	P < 0,03

NS : P > 0,10

TABLEAU 5
INCIDENCE D'UNE VARIATION NYCTHÉMÉRALE DE LA TEMPÉRATURE AMBIANTE SUR LE NOMBRE DE PHASES DE REPOS ET DE VISITES À L'AUGE PENDANT LA PÉRIODE NOCTURNE CHEZ DES PORCELETS ÉLEVÉS EN GROUPE (essai 2).

Activité(1)	Repos		Visite à l'auge	
Nombre d'animaux (2)	≤ 2	> 2	≤ 2	> 2
Température ambiante				
Constante	0	10	15	6
Cyclique	0	17	11	12
Signification statistique(3)	NS	P< 0,06	NS	P < 0,10

(1) Une phase de repos ou de visite à l'auge correspond à une succession ininterrompue d'enregistrements pour lesquels au moins 1 animal est observé dans le comportement considéré.
(2) On considère le nombre maximum d'animaux du groupe (4) impliqués dans chaque phase : égal ou inférieur à 2 d'une part, 3 ou 4 animaux d'autre part.
(3) Test non paramétrique Mann Withney sur 4 répétitions par traitement thermique.

2.3. Essai 3

Dans cet essai, la variation nycthémérale de la température ambiante ne modifie ni le gain de poids, ni la consommation totale ni l'efficacité alimentaire (P > 0,10, tableau 6). Néanmoins, on note une répartition différente des repas au cours du nycthémère : la part de la consommation nocturne tend à augmenter chez les porcelets soumis à une réduction nocturne de la température ambiante (P < 0,10). A l'abattage, vers 30 Kg de poids vif, la composition chimique corporelle des porcelets soumis à une température variable est identique à celle des individus élevés à température constante (P > 0,10, tableau 7).

TABLEAU 6
INFLUENCE D'UNE RÉDUCTION NOCTURNE DE LA TEMPÉRATURE AMBIANTE SUR LES PERFORMANCES DES PORCELETS EN CAGE INDIVIDUELLE.

	Température constante	Température cyclique	Signification statistique
Poids initial (kg)	9,04 ± 1,84	9,32 ± 0,85	NS
Poids final (kg)	30,58 ± 1,76	31,38 ± 1,05	NS
Gain de poids (g/j)	668 ± 86	678 ± 45	NS
Quantités ingérées (g/j)	1240± 120	1220± 60	NS
Quantités ingérées nocturnes (%) (1)	31,9 ± 7,04	38,2 ± 1,9	P < 0,10
Indice de consommation	1,86± 0,10	1,80 ± 0,14	NS

NS : P > 0,10.

$$(1)\ \text{Qtés ing. nocturnes (\%)} = \frac{\text{Qtés ing. nocturnes (g)}}{\text{Qtés ing. Jour + Nuit (g)}} \times 100$$

TABLEAU 7
INFLUENCE D'UNE RÉDUCTION NOCTURNE DE LA TEMPÉRATURE AMBIANTE SUR LA COMPOSITION CORPORELLE A 30 KG DE POIDS VIF.

Composition de la carcasse	Température constante	Température cyclique	Signification statistique
MS (%)	35,3 ± 0,9	34,5 ± 1,1	NS
Protéines Brutes (%) (1)	16,3 ± 0,3	16,5 ± 0,3	NS
Lipides (%)	14,9 ± 0,6	14,2 ± 1,10	NS

(1) : protéines brutes = N x 6,25.
NS : P > 0,10.

3. DISCUSSION

La semaine qui suit le sevrage pratiqué entre 3 et 4 semaines d'âge est caractérisée par une sous- consommation spontanée d'aliment entraînant un amaigrissement des porcelets et, en conséquence, par une grande sensibilité des animaux au froid. En outre, des températures basses sensibilisent le porcelet aux maladies infectieuses (ARMSTRONG et CLINE, 1977 ; SHIMIZU et al., 1978) et augmentent la fréquence des diarrhées parfois fatales (FEENSTRA, 1982). Des fluctuations continues de la température, caractéristiques d'une mauvaise régulation de l'ambiance (LE DIVIDICH, 1981), une variation nycthémérale de la température ambiante (BRUMM et al., 1985) peuvent également provoquer des désordres digestifs. Il est donc impératif de maintenir une température élevée et constante (26-28°C) jusqu'à ce que le porcelet soit en mesure d'augmenter sa prise alimentaire: l'élévation du niveau d'ingestion constitue en effet un mécanisme essentiel d'acclimatation aux températures basses (HERPIN, 1988). Nos résultats montrent qu'à l'issue de cette phase critique le porcelet alimenté à volonté s'adapte assez bien à des températures basses, comme en témoigne la faible réduction du gain de poids (3 g/°C/jour) observée avec l'abaissement de la température ambiante 25 et 12°C. Néanmoins, en accord avec les travaux de SUGAHARA et al. (1970) et de NIENABER et al. (1985) le maintien de la croissance s'accompagne d'une augmentation significative de l'indice de consommation (+ 0,03 point /°C). Par ailleurs, il est intéressant de noter qu'avec l'abaissement de la température de 25 à 18°C l'accroissement des dépenses de thermorégulation est largement compensé par l'augmentation de la consommation, en accord avec les résultats de ORR et al. (1978). En revanche, entre 18 et 12°C, la faible élévation des quantités ingérés (+ 2,5%), probablement limitée par les capacités d'ingestion, ne suffit pas à couvrir les dépenses supplémentaires de thermorégulation, et il en résulte une réduction du gain de poids de 9,5 g /°C /jour. En définitive, en post-sevrage, la température minimale acceptable sans réduction du gain pondéral est de 18°C pour le porcelet en loge individuelle et, vraisemblablement de l'ordre de 16°C pour les animaux en groupe.

Par ailleurs, d'après nos observations, une réduction nocturne de 8°C de la température ambiante n'affecte ni le gain de poids ni la composition chimique corporelle des porcelets. Nos résultats confirment des mesures calorimétriques qui suggèrent qu'au cours de la nuit, la réduction de la production de chaleur, s'accompagne d'un abaissement de la température critique (VAN DER HEL et al., 1984 ; INGRAM et DAUNCEY, 1985 ; VERHAGEN et al., 1988). Cependant, dans nos conditions expérimentales, l'éventuelle réduction de la température critique est à mettre en liaison avec les modifications comportementales induites par la variation nycthémérale de la température ambiante à laquelle les porcelets s'adaptent, d'une part, en augmentant, la quantité totale d'aliment ingéré (+13%) (Essai 2) ou la proportion d'aliment consommé la nuit (Essai 3). Ces observations sont à associer à l'augmentation du nombre d'animaux impliqués lors des visites à l'auge. D'autre part, grâce à un comportement d'aggrégation les porcelets limitent leur surface d'échanges, entraînant une diminution des pertes de chaleur (BOON, 1981). Nos résultats corroborent ceux de B. LYNCH (communication personnelle) qui montrent qu'une réduction de 5°C de la température nocturne entraîne une augmentation de 3% de la consommation d'aliment et n'a donc pas d'influence sur le gain de poids. A l'inverse, les données de BRUMM et SHELTON (1988) font état d'une amélioration significative du gain de poids chez les porcelets soumis à une réduction nocturne de la température, sans que l'indice de consommation soit affecté. Néanmmoins, ces observations ne sont pas surprenantes dans la mesure où le lot témoin est maintenu à 24-26°C, qui représente une

température relativement élevée à laquelle le porcelet s'adapte en réduisant son niveau alimentaire (LE DIVIDICH, 1981). Ces données et les divergences entre les essais 2 et 3 pour les mesures zootechniques suggèrent que la température moyenne et l'amplitude de la variation sont deux critères importants dont les rôles respectifs restent à préciser lors de l'évaluation de l'intérêt d'une variation nycthémérale de température.

CONCLUSION

A condition de respecter les normes climatiques au cours de la période critique qui suit le sevrage, de substantielles économies d'énergie peuvent être réalisées en abaissant la température ambiante du bâtiment de post-sevrage jusqu'à 18°C pour des porcelets élevés individuellement (16°C pour des animaux en groupe). Dès que les animaux pèsent 15 Kg ces températures peuvent être atteintes sans chauffage dans un bâtiment bien isolé et peu ventilé. Une ventilation réduite ne semble avoir d'effet défavorable ni sur les performances ni sur l'état sanitaire des animaux (BOEDICKER et al., 1984; JACOBSON et al., 1985). Pour diminuer le coût de chauffage, la réduction nocturne de la température ammbiante (-8°C) est également envisageable (27% d'économie dans nos conditions expérimentales). Dans les deux cas, la diminution de la température ambiante entraîne une dépense supplémentaire d'aliment de l'ordre de 3 Kg par porcelet de 30 Kg produit.

BIBLIOGRAPHIE

- ARMSTRONG W.D., CLINE T.R., 1977. J. Anim. Sci., **45** (5) , 1042-1050.
- BALSBAUGH R.K., CURTIS S.E., 1979. J. Anim. Sci., **49** (suppl. 1), 181.
- BOEDICKER J.J., JACOBSON L.D., RUST J.W., ROACH J.M., 1984. Annual Meeting North Central Region of the ASAE, october 12-13, 1984, ASAE paper n°84-504.
- BOON C.R., 1981. Anim. Prod., **33**, 71-79.
- BRUMM M.C., SHELTON D.P., JOHNSON R.K., 1985. J. Anim. Sci., **61** (3), 552-558.
- BRUMM M.C., SHELTON D.P., 1988. J. Anim. Sci., **66**, 1067-1072.
- CLOSE W.H., STANIER M.W., 1984. Anim. Prod., **38**, 221-231.
- FEENSTRA Anne, 1982. Proceeding of the 2nd International Livestock Environment Symposium of the ASAE, april 20-23, 1982, 348-352.
- HERPIN P., 1988. Thèse de docteur Ingénieur en Sciences Agronomiques, 29 février 1988, pp 131.
- INGRAM D.L., DAUNCEY M.J., 1985. Comp. Biochem. Physiol., **82 A** (1), 1-5.
- JACOBSON L.D., NAYES E., PIJOAN C., BOEDICKER J.J., JANNI K.A., 1985. Summer Meeting of the ASAE, june 23-26, 1985, ASAE paper n°85-4021.
- LE DIVIDICH J., 1981. Livestock Production Science, **8**, 75-86.
- LE DIVIDICH J., NOBLET J., AUMAITRE A., 1982. Proceeding of the 2nd International Livestock Environment Symposium, april 20-23, 1982, 353-361. ASAE.
- MARCHAL P., 1986. Séminaire CIGR de la 2e Section sur le logement du porc, du lapin et des petites espèces aviaires, Rennes septembre 8-11, 1986, 213-221.
- Mc CRACKEN K.J., CADWELL B.J., 1980. Br. J. Nutr., **43**, 321-328.
- MWPS, 1983. Swine housing and equipment handbook. Midwest Plan Service, Ames, IA.
- NIENABER J.A., SHANKLIN M.D., HAHN G.L., MANAK R.C., 1985. Transactions of the ASAE, **28** (5), 1626-1633.
- ORR D.E. Jr., MOUDY F.E. Jr., TRIBBLE L.F., GRUB W., 1978. Proceedings of the 26th Annual Swine Short Course, 106-113.
- SHIMIZU M., SHIMIZU Y., KODAMA Y., 1978. Infect. Immun., **21** , 747-752.
- SUGAHARA M., BAKER D.H., HARMON B.G., JENSEN A.H., 1970. J. Anim. Sci., **31**, 59- 62.
- VAN DER HEL W., VERSTEGEN M.W.A., BALTUSSEN W., BRANDSMA H., 1984. Int. J. Biometeor., **28** (4), 303-315.
- VERHAGEN J.M.F., MICHELS J.J.M., SCHOUTEN W.G.P., 1988. J. Therm. Bio., **31** (1), 1-8.