

A9614

INFLUENCE DU NIVEAU D'ALIMENTATION SUR LA CROISSANCE ET LE DÉPÔT LIPIDIQUE CHEZ LE PORC LARGE-WHITE ÉLEVÉ EN MILIEU TROPICAL

R. CHRISTON

INRA, Station de Recherches de Nutrition, 78350 JOUY-EN-JOSAS

Avec la collaboration technique de G. GRAVILLON* ET G. SAMINADIN*

INTRODUCTION

Parmi les nombreux problèmes posés à la production porcine en région tropicale, la faible vitesse de croissance et l'adiposité excessive des carcasses ont une part prépondérante. Ces mauvaises performances pourraient être liées à l'influence combinée de l'alimentation et de l'environnement thermique sur l'animal. En effet, les travaux entrepris dans ce domaine, au cours des trente dernières années, montrent une influence essentiellement négative des températures élevées sur les performances zootechniques, notamment chez le porc (HEITMAN *et al.*, 1958 ; FULLER, 1965 ; MORRISON ET HEITMAN, 1983). Une diminution de la consommation spontanée d'aliment et de la croissance pondérale est observée, parallèlement à un accroissement du dépôt adipeux (HOLMES, 1971, 1973 ; CLOSE *et al.*, 1978). En outre, une interaction significative entre chaleur ambiante et alimentation a été montrée (Mc CRACKEN, 1972-73 ; CLOSE ET STANIER, 1984 ; LE DIVIDICH *et al.*, 1985). Ainsi, la tolérance du porc vis-à-vis de la chaleur semble d'autant plus grande que son niveau d'alimentation est plus bas (HOLMES et CLOSE, 1977). Par contre, l'influence de températures ambiantes élevées sur les réactions métaboliques des animaux est mal connue et la relation avec le niveau alimentaire a rarement été expérimentée en région tropicale. C'est pourquoi l'influence du niveau d'alimentation et du climat sur la croissance et sur certaines réactions physiologiques et métaboliques a été étudiée chez le porc de 50 à 80 kg de poids vif.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Dans deux expériences successives réalisées à la Guadeloupe (16° Lat-Nord, 61° Longit-Ouest), cinquante-deux porcs de race Large-White ont été utilisés pour étudier, d'une part, l'effet propre de la température ambiante, d'autre part celui d'une restriction alimentaire globale, en milieu tropical. Dans ces deux essais, les animaux reçoivent tous, individuellement, deux fois par jour, le même aliment standard (tableau 1) à base de maïs et de tourteau de soja (14 % de protéines brutes, 3 400 Kcal d'énergie digestible par kg). L'eau est fournie à volonté. En fin d'expérience, les porcs sont sacrifiés après un jeûne de 18 à 20 heures et les mesures d'épaisseur de lard ainsi qu'une « découpe parisienne » sont pratiquées sur les carcasses selon les méthodes classiques (DES-MOULIN *et al.*, 1976).

*INRA-CRAAG, Station de Recherches Zootechniques, 97170 PETIT-BOURG (Guadeloupe).

TABLEAU 1
COMPOSITION DU RÉGIME EXPÉRIMENTAL

Ingrédients (%) :	
Maïs	75,00
Son de blé	7,50
Mélasse	2,81
Soja 47	10,00
L-Lysine HCl	0,19
CMV (1)	4,50
	<u>100,00</u>
Analyses (%) :	
Protéines brutes	13,92
Lysine	0,79
Energie digestible (Kcal/kg)	3 385

(1) Complément minéral et vitaminique.

Expérience 1

Dans la première expérience, seize porcs mâles castrés âgés de 141 ± 7 jours et pesant $53,9 \pm 5,5$ kg sont répartis en 2 groupes homogènes de huit porcs chacun. Le premier groupe est placé à $17 \pm 0,5$ °C, dans une salle climatisée de 6 m × 5 m (milieu témoin), tandis que l'autre est maintenu dans les conditions climatiques naturelles (22-30 °C) dans une salle couverte mais largement ouverte (milieu tropical). Dans les deux milieux thermiques, les porcs sont nourris à volonté au cours de deux repas de 3/4 d'heure chacun. Les animaux sont hébergés dans des loges individuelles (1,50 × 0,85 m), sur caillebotis métallique, à 60 cm du sol. L'humidité relative (75 à 80 %), l'éclairage et le rythme lumineux sont identiques dans les deux milieux thermiques.

L'expérience dure 5 semaines, précédée d'une période préexpérimentale d'une semaine. Les quantités d'aliment ingéré sont mesurées tous les jours et les animaux pesés une fois par semaine. Toutefois, l'appréciation de la croissance pondérale et de la consommation est réalisée seulement sur les trois dernières semaines, les deux premières étant requises pour l'adaptation des porcs témoins à leur environnement thermique (MORRISON et MOUNT, 1971). La température rectale et le rythme respiratoire des animaux sont relevés deux fois par semaine, entre 13 h et 14 h, au cours des deux dernières semaines. A l'abattage, les principaux organes, les glandes thyroïdes et surrénales, sont prélevés et pesés, du sang est collecté pour analyses.

Expérience 2

Dans l'expérience 2, trente-six porcs, âgés de 171 ± 6 jours et pesant $47,6 \pm 3,8$ kg sont répartis en deux lots homogènes de neuf mâles castrés et neuf femelles. Ils sont hébergés dans des loges collectives de type semi-plein air, à sol bétonné. Chaque loge comprend une aire de couchage (1,5 × 2,2 m) couverte et une aire d'exercice et d'alimentation individuelle (2,5 × 2,2 m) découverte. La ration alimentaire est dispensée à raison de $95 \text{ g/kg}^{0,75}$ /porc pour le lot témoin et de $70 \text{ g/kg}^{0,75}$ /porc pour le lot restreint. L'abattage est effectué au poids vif de 80 ± 1 kg.

Au cours de cet essai, la température de l'air se situe entre 21,6 et 29,2 °C, l'humidité relative entre 68,0 et 93,8 % et le rayonnement global entre 14,8 et 18,5 MJ/m²/j (données de la Station de Bioclimatologie, située à 100 m du lieu de l'expérience).

RÉSULTATS

Expérience 1

Comparativement au milieu témoin (neutralité thermique), l'influence du milieu tropical se traduit (tableau 2) par une diminution significative ($P < 0,01$) de la croissance journalière et une augmen-

tation importante ($P < 0,01$) de l'indice de consommation. Parallèlement, ces animaux présentent une diminution ($P < 0,10$) de la quantité d'aliment ingéré d'environ 10 % par rapport à ceux placés à 17 °C. La composition corporelle (tableau 3) est peu modifiée si ce n'est au niveau des dépôts lipidiques : alors que l'importance du gras sous-cutané n'est pas significativement différente d'un milieu à l'autre, la proportion de gras interne (panne) est accrue ($P < 0,05$) de 37 % environ chez les porcs élevés en milieu tropical comparés à ceux maintenus à 17 °C.

TABLEAU 2
INFLUENCE DU CLIMAT TROPICAL SUR LA VITESSE DE CROISSANCE, LE NIVEAU D'INGESTION ET L'INDICE DE CONSOMMATION

Milieu	TÉMOIN	TROPICAL	Signification statistique (1) $S\bar{x}$	
Croissance, kg/j	0,82	0,63	**	0,05
Aliment ingéré, kg MS/j	2,09	1,90	+	0,08
Indice de consommation	2,56	3,11	*	0,18

(1) + $P < 0,10$; * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.
 $S\bar{x}$ = écart-type de la moyenne.

TABLEAU 3
EFFET DU CLIMAT TROPICAL SUR LES CARACTÉRISTIQUES DES CARCASSES

Milieu	TÉMOIN	TROPICAL	Signification statistique (1) $S\bar{x}$	
Rendement, %	79,1	80,5	NS	0,9
Lard dorsal, cm	2,0	2,2	NS	0,2
Jambon, %	24,0	24,6	NS	0,9
Longe, %	32,0	33,2	NS	1,1
Bardière, %	13,2	14,4	NS	1,3
Panne, %	1,6	2,2	*	0,2

(1) Cf. Tableau 2.
NS = non significatif.

Les porcs soumis au climat tropical présentent (tableaux 4 et 5), comparés aux témoins, une augmentation de la température rectale ($P < 0,001$), du rythme respiratoire ($P < 0,001$), et des concentrations plasmatiques d'acides gras libres (AGL, $P < 0,01$), de triglycérides ($P < 0,05$) et de cholestérol ($P < 0,10$), sans changement de la glycémie.

TABLEAU 4
INFLUENCE DU CLIMAT TROPICAL SUR LA TEMPÉRATURE RECTALE (TR)
ET LE RYTHME RESPIRATOIRE (RR)

Milieu	TÉMOIN	TROPICAL	Signification statistique (1) $S\bar{x}$	
TR, °C	38,91	40,20	***	0,13
RR, resp/mn	33,6	116,0	***	2,98

(1) Cf. Tableau 2, *** $P < 0,001$.

TABLEAU 5
EFFET DU CLIMAT TROPICAL SUR CERTAINS PARAMÈTRES DU MÉTABOLISME LIPIDIQUE

Milieu	TÉMOIN	TROPICAL	Signification statistique (1) S \bar{x}	
Acides gras libres, μ Eq/100 ml	64,1	77,0	**	2,06
Triglycérides, mg/100 ml	36,5	48,5	*	0,59
Cholestérol total, mg/100 ml	93,8	110,5	+	0,92
Glucose, mg/100 ml	120,8	117,7	NS	0,28

(1) Cf. Tableau 2.

Expérience 2

Les performances de croissance et la composition corporelle sont présentées respectivement dans les tableaux 6 et 7. En milieu tropical, la restriction de 25 % des apports alimentaires ne modifie pas la vitesse de croissance mais améliore significativement ($P < 0,01$) l'indice de consommation tandis que la composition corporelle est inchangée.

TABLEAU 6
EFFET D'UN RATIONNEMENT EN MILIEU TROPICAL SUR LA CROISSANCE ET L'INDICE DE CONSOMMATION

Niveau d'alimentation	Milieu tropical		Signification statistique (1) S \bar{x}	
	Restreint	Témoin		
Croissance, kg/j	0,51	0,53	NS	0,02
Aliment ingéré, kg MS/j	1,25	1,66	***	0,06
Indice de consommation	2,49	3,17	***	0,12

(1) Cf. Tableaux 2 et 4.

TABLEAU 7
EFFET D'UN RATIONNEMENT EN MILIEU TROPICAL SUR LA COMPOSITION CORPORELLE

Niveau d'alimentation	Milieu tropical		Signification statistique (1) S \bar{x}	
	Restreint	Témoin		
Rendement, %	79,8	79,1	NS	0,5
Lard dorsal, cm	2,3	2,4	NS	0,1
Jambon, %	22,7	23,4	NS	0,3
Longe, %	31,1	30,2	NS	0,4
Bardière, %	14,3	14,9	NS	0,5
Panne, %	2,7	2,7	NS	0,1

(1) Cf. Tableau 3.

DISCUSSION

La diminution du niveau d'ingestion spontanée (quoique modérée dans cet essai) et de la croissance pondérale (-23%) chez le porc Large-White élevé en milieu tropical, comparativement à un milieu thermoneutre, confirme les observations précédentes chez des animaux soumis à une température ambiante constamment élevée (SUGAHARA *et al.*, 1970 ; HOLMES, 1973 ; MORRISON et HEITMAN, 1983). En revanche, l'augmentation significative de l'indice de consommation ($+21\%$) que nous observons en milieu chaud diffère de ce qui est généralement décrit (SEYMOUR *et al.*, 1964 ; LE DIVIDICH *et al.*, 1985).

L'importance de cette détérioration en milieu tropical (expérience 1) ainsi que la nette diminution (-21 %) de l'indice de consommation à la suite du rationnement des animaux en région tropicale (expérience 2) suggèrent que les niveaux d'ingestion ne sont certainement pas les seuls facteurs impliqués dans les écarts de performance constatés. L'extra-chaleur des aliments pourrait également intervenir de façon notable dans ce processus, comme le soulignent, en particulier, les résultats de l'expérience 2, qui s'opposent d'ailleurs à ceux généralement obtenus en milieu tempéré (BARBER *et al.*, 1972).

En effet, la restriction alimentaire permet de limiter la dépense calorique liée à la régulation thermique et ainsi d'améliorer l'efficacité d'utilisation de la ration. Ceci est particulièrement crucial pour le porc qui, dépourvu de glandes sudoripares fonctionnelles (INGRAM, 1967) est ainsi privé d'une importante voie de thermolyse. Enfin, en accord avec CLOSE *et al.*, (1971) et HOLMES (1971), les porcs soumis au climat tropical, qu'ils soient restreints ou nourris ad libitum, présentent une adiposité supérieure à celle des témoins placés à 17 °C, principalement à cause d'un accroissement du gras interne.

Les différences observées au niveau de variations physiologiques et métaboliques renforcent et expliquent en grande partie les observations précédentes. Comparativement à ceux du milieu témoin, les porcs élevés en milieu tropical ont une température rectale plus élevée de 1,2 °C environ, probablement liée à un stress thermique dû à des températures ambiantes constamment situées au-dessus de leur neutralité thermique. Ils réagissent par une réduction des quantités d'aliment ingérées, une baisse générale du métabolisme et un accroissement des dépôts lipidiques. La diminution spontanée de la consommation d'aliment sous l'effet de la chaleur limite la surcharge calorique de l'animal. La dissipation de la chaleur excédentaire par augmentation (+250 %) de la ventilation pulmonaire (HEITAM et HUGHES, 1949 ; YAMAMOTO *et al.*, 1984) est coûteuse en énergie (CLOSE ET MOUNT, 1978). Une diminution significative de la masse des organes thermogéniques tels le foie (CHAYOTH *et al.*, 1977) est généralement observée chez les animaux placés à une température ambiante élevée. Enfin, une diminution importante de l'intensité du métabolisme énergétique intervient en milieu chaud (PORTET *et al.*, 1967 ; JONES *et al.*, 1976 ; INGRAM, 1977), indépendamment du niveau d'ingestion, en rapport avec une baisse de l'activité thyroïdienne (RAFAI, 1976). Par conséquent, tous ces éléments participent à la détérioration constatée de la vitesse de croissance chez les porcs élevés en ambiance chaude.

L'augmentation du taux d'acides gras libres plasmatiques chez de tels animaux (tableau 5), également signalée par HSIA (1974), pourrait refléter une mobilisation des lipides corporels. Comme l'hypercholestérolémie, cette élévation peut être en relation avec la diminution de l'activité thyroïdienne, puisque la thyroïdectomie s'accompagne d'une baisse du catabolisme des acides gras (MICHEL *et al.*, 1983). En outre, la plupart des réactions oxydatives sont généralement réduites chez l'animal adapté à une température ambiante élevée (CASSUTO, 1968). Ces acides gras, non utilisés à des fins énergétiques, peuvent donc être réestérifiés au niveau hépatique, ce qui contribuerait à accroître le taux de triglycérides plasmatiques chez le porc élevé en milieu tropical (tableau 5). L'activité accrue de la lipoprotéine-lipase du tissu adipeux en milieu chaud (CHRISTON *et al.*, 1984) serait susceptible d'expliquer au moins partiellement l'augmentation et la redistribution des dépôts lipidiques chez le porc élevé en climat tropical.

CONCLUSION

Le porc soumis au milieu tropical humide présente, parallèlement à une baisse des quantités d'aliment ingérées, une réduction du métabolisme oxydatif et une profonde modification du métabolisme lipidique, lesquelles conduisent à un ralentissement de la croissance pondérale et une augmentation des dépôts adipeux. L'interaction entre la chaleur ambiante et le niveau d'ingestion suggère qu'une restriction alimentaire, en milieu chaud, présente à la fois un avantage physiologique appréciable pour la thermorégulation et un intérêt pratique important pour l'élevage porcin dans les régions tropicales et subtropicales.

BIBLIOGRAPHIE

- BARBER R.S., BRAUDE R., MITCHELL K.G., PITTMAN R.J., 1972. *Anim. Prod.*, **14**, 199-208.
- CASSUTO Y., 1968. *Am. J. Physiol.*, **214**, 1147-1151.
- CHAYOTH R., KRAUTHAMMER N., WINIKOFF J., SOD-MORIAH U.A., 1977. *J. Appl. Physiol : Respirat. Environ. Exercice Physiol.*, **43**, 445-448.
- CHRISTON R., LE DIVIDICH J., SEVE B., AUMAITRE A., 1984. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, **24**, 327-341.
- CLOSE W.H., MOUNT L.E., 1978. *Br. J. Nutr.*, **40**, 413-421.
- CLOSE W.H., MOUNT L.E., BROWN D., 1978. *Br. J. Nutr.*, **40**, 423-431.
- CLOSE W.H., MOUNT L.E., START I.B., 1971. *Anim. Prod.*, **13**, 285-294.
- CLOSE W.H., STANIER M.W., 1984. *Anim. Prod.*, **38**, 211-220.
- DESMOULIN B., GRANSART P., TASSENCOURT L., 1976. *Journées Rech. Porcine en France*, **8**, 89-98.
- FULLER M.F., 1965. *Br. J. Nutr.*, **19**, 531-546.
- HEITMAN H. Jr et HUGUES E.H., 1949. *J. Anim. Sci.*, **8**, 171-181.
- HEITMAN H. Jr., KELLY C.F., BOND T.E., 1958. *J. Anim. Sci.*, **17**, 62-67.
- HOLMES C.W., 1971. *Anim. Prod.*, **13**, 521-527.
- HOLMES C.W., 1973. *Anim. Prod.*, **16**, 117-133.
- HOLMES C.W., CLOSE W.H., 1977. In *Nutrition and the climatic environment*, HARESIGN W., SWAN H. et LEWIS D. ed. Butterworths, London, 51-73.
- HSIA L.C., 1974. *Thes. Sci. Univ. Aberdeen*.
- INGRAM D.L., 1967. *J. Comp. Path.*, **77**, 93-98.
- INGRAM D.L., 1977. *Pflügers Arch.*, **367**, 257-264.
- JONES S.B., MUSACCHIA X.J., TEMPEL G.E., 1976. *Am. J. Physiol.*, **231**, 707-712.
- LE DIVIDICH J., DESMOULIN B., DOURMAD J.Y., 1985. *Journées Rech. Porcine en France*, **17**, 275-282.
- Mc CRACKEN K.J., 1972-73. *Agric. Res. Inst. Northen Ireland Ann. Rep.*, 17-26.
- MICHEL R., MICHEL O., DELTOUR G., 1983. *Ann. Endocrinol.*, **44**, 148 (abstract).
- MORRISON S.R., HEITMAN Jr., 1983. *Trans. ASAE*, **26**, 522-524.
- MORRISON D.R., MOUNT L.E., 1971. *Anim. Prod.*, **13**, 51-57.
- PORTET R., BERTIN R., CHEVILLARD L., 1967. *J. Physiol. Paris*, **59**, 476.
- RAFAI P., 1976. *Acta Vet. Acad. Sci. Hungaricae*, **26**, 21-30.
- SUGAHARA M., BAKER D.H., HARMON B.G., JENSEN A. H., 1970. *J. Anim. Sci.*, **31**, 59-62.
- SEYMOUR E.W., SPEER V.C., HAYS V.W., MANGOLD D.W., HAZEN T.E., 1964. *J. Anim. Sci.*, **23**, 375-379.
- YAMAMOTO S., ITO T., FUJITA M., 1984. *Jpn. J. Zootech. Sci.*, **55**, 71-75.