

INFLUENCE DE LA TENEUR EN LYSINE DU RÉGIME ET DE LA TEMPÉRATURE AMBIANTE SUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE CHEZ LE PORC

J. LE DIVIDICH, Dominique RINALDO

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

Avec la collaboration technique de Odile DOUILLET, J. GAUTHIER, J. LEBOST et A. MOUNIER

1. INTRODUCTION

Les études concernant l'influence des conditions climatiques de logement et notamment de la température ambiante sur les performances du porc en croissance ont porté principalement jusqu'à présent sur la couverture du besoin énergétique. Sur ce point, les auteurs s'accordent à reconnaître qu'une diminution de 1°C de la température au-dessous de la température critique équivaut en moyenne à une réduction de l'apport alimentaire de 38 à 42 g/l (Curtis, 1981). Pour ce qui concerne les protéines et les acides aminés, il est admis (VERSTEGEN *et al.*, 1973 ; CLOSE, 1981 ; NOBLET *et al.*, 1985) que la température ambiante affecte moins le dépôt de protéines que celui de lipides. Par ailleurs, les études conduites en alimentation à volonté (SEYMOUR *et al.*, 1964 ; STAHLY *et al.*, 1979) montrent que les conséquences d'une déficience en protéines ou en acides aminés sur la vitesse de croissance et l'efficacité alimentaire sont atténuées lorsque le porc est élevé au froid en raison de l'augmentation des quantités d'aliment ingéré. Ces résultats suggèrent une variation du besoin en protéines et acides aminés relativement à l'apport énergétique.

L'objectif de la présente étude est précisément de déterminer l'influence de la teneur en lysine du régime sur les performances de croissance du porc élevé à 12, 20 ou 28°C. Afin d'éviter les effets de la température sur la consommation d'aliment et par conséquent sur l'apport journalier d'énergie et de lysine, les animaux sont nourris en alimentation égalisée.

2. MATERIEL ET METHODES

Cinquante-quatre porcs mâles castrés de race Large White sont répartis en 6 blocs de 9 animaux homogènes en poids et âge. Au sein de chaque bloc, les porcs sont affectés selon un dispositif factoriel à 9 traitements comprenant 3 températures ambiantes (12, 20 et 28°C) et 3 aliments différant par leur teneur en lysine. L'expérience proprement dite débute après une période d'adaptation d'une semaine au cours de laquelle, les animaux reçoivent un aliment du commerce du type croissance renfermant 17% de protéines brutes.

Pendant cette période, la température ambiante initialement fixée à 20°C reste constante ou passe progressivement à 12 ou 28°C.

Au départ de l'expérience, les animaux pèsent $29,4 \pm 2,1$ kg. Ils sont élevés en loges individuelles sur sol en caillebotis béton intégral. La température ambiante est réglée à $\pm 0,5^\circ\text{C}$ et reste constante pendant la durée de l'expérience.

Les trois aliments expérimentaux sont à base de blé et de tourteau de soja (tableau 1). Ils présentent des caractéristiques énergétiques et azotées semblables mais diffèrent par leur taux de lysine : respectivement 1,91, 2,40 et 2,88 g/Mcal ED pour les régimes I, II et III en période de croissance et 1,64, 2,04 et 2,54 g/Mcal ED en période de finition. La teneur en lysine du régime II correspond à la norme habituellement recommandée pour le porc mâle castré en croissance-finition (INRA, 1984). Les animaux reçoivent les aliments "croissance" jusqu'à ce qu'ils atteignent le poids vif de 62,5 kg, puis les aliments "finition" jusqu'à l'abattage. Les aliments sont présentés sous forme de granulés (0,5 mm) et distribués à raison de 2 repas quotidiens selon un plan de rationnement qui est le même pour les trois températures ambiantes. Jusqu'au poids vif de 50 kg, le niveau alimentaire journalier est de 107 g par kg de poids métabolique ($\text{kg}^{0,75}$) ; il diminue progressivement jusqu'à 92 g/kg^{0,75} entre 50 et 75 kg de poids vif, puis reste constant jusqu'à l'abattage. A la température de 20°C, ce niveau alimentaire correspond à environ 3,0 fois le besoin énergétique d'entretien en période de croissance, et à 2,6 fois en période de finition.

Les rations journalières sont pesées à ± 2 g et les refus et gaspillages éventuels sont soigneusement récoltés et pesés. La quantité d'aliment allouée journalièrement à chaque animal est déterminée chaque semaine en fonction du poids métabolique de l'animal estimé à partir du poids vif et du gain de poids vif mesurés par pesée hebdomadaire. Les porcs sont abattus au poids vif de $92,2 \pm 2,0$ kg et on procède à la découpe parisienne normalisée des carcasses après un ressuage de 24 heures à + 4°C. Les pourcentages de muscle et de gras sont estimés d'après les équations de DESMOULIN *et al.* (1976). Les dépôts journaliers de muscle et de gras

TABLEAU 1
COMPOSITION DES ALIMENTS EXPERIMENTAUX ET CARACTERISTIQUES CHIMIQUES MOYENNES

Aliment	Période	Croissance			Finition		
		1	2	3	1	2	3
Composition							
Blé		79,25	79,25	79,25	85,00	85,00	85,00
Tourteau d'arachide		2,45	2,45	2,45			
Tourteau de soja		10,50	10,50	10,50	7,20	7,20	7,20
Huile d'arachide		2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Phosphate bicalcique		1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70
Craie broyée		1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Sel marin		0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Mélange oligoéléments-Vitamines		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
L-Lysine Hcl (78,5% de lysine) (1)		—	0,19	0,38	0,02	0,21	0,41
Résultats d'analyse % (2)							
Matières azotées		15,1	15,2	15,2	13,6	13,7	13,6
Lysine		0,63	0,79	0,95	0,54	0,67	0,84
Thréonine		0,53	0,53	0,53	0,44	0,44	0,44
Méthionine + cystine		0,56	0,56	0,56	0,52	0,53	0,52
Caractéristiques nutritionnelles							
Energie digestible (ED, Kcal/kg) (3)		3300	3300	3300	3300	3300	3300
Lysine, g/Mcal ED		1,91	2,40	2,88	1,64	2,03	2,54

(1) Tous les régimes sont supplémentés en thréonine à raison de 0,046% (aliments croissance) et 0,023% (aliments finition)

(2) Résultats ramenés à 88,0% de matière sèche

(3) Valeurs estimées d'après les Tables INRA, 1984.

des carcasses sont estimés au départ de l'expérience à partir des équations de régression de KAREGE et NOBLET (communication personnelle) et de celles de DESMOULIN *et al.* (1976) à l'abattage.

Les résultats sont traités par analyse de variance propre aux plans factoriels (SNEDECOR, 1966).

3. RESULTATS

3.1. PERFORMANCES DE CROISSANCE (Tableau 2)

Influence de la température ambiante. La diminution de la température ambiante entre 28 et 12°C entraîne, à niveau

alimentaire égal, une réduction importante des performances de croissance, quelle que soit la période considérée. Sur l'ensemble de la période d'engraissement la réduction du gain de poids s'élève à 30 g/j entre 28 et 20°C et à 102 g/j entre 20 et 12°C (Effet quadratique de la température, $P < 0,01$). Parallèlement l'indice de consommation augmente de façon quadratique ($P < 0,01$) avec l'abaissement de la température ambiante. Entre 28 et 20°C, l'augmentation est de 0,12 unité sur la durée totale de l'engraissement et elle atteint 0,45 unité entre 20 et 12°C.

Influence du taux de lysine. L'augmentation de la teneur en lysine, provoque à chaque température une augmentation du gain de poids journalier et une diminution de l'indice de

TABLEAU 2

INFLUENCE DU TAUX DE LYSINE ET DE LA TEMPERATURE AMBIANTE SUR LES PERFORMANCES DU PORC EN CROISSANCE-FINITION

Température ambiante, °C	12			20			28			Signification statistique (1) Sx		
	Taux de lysine	croissance	finition	0,63	0,79	0,95	0,63	0,79	0,95		0,63	0,79
		0,63	0,79	0,95	0,63	0,79	0,95	0,63	0,79	0,95		
		0,54	0,67	0,84	0,54	0,67	0,84	0,54	0,67	0,84		
Période de croissance												
Aliment consommé (g/j)		1756	1741	1739	1776	1770	1755	1729	1731	1747		
Gain de poids (g/j)		509	534	555	594	645	670	590	680	733		13 ; TQ** ; LysL** ; TxLys*
Indice de consommation (kg/kg)		3,46	3,28	3,13	2,99	2,75	2,63	2,93	2,57	2,39		0,06 ; TQ** ; LysL**
Période de finition												
Aliment consommé (g/g)		2391	2358	2357	2375	2396	2396	2389	2410	2400		
Gain de poids (g/j)		663	673	700	710	817	803	725	838	834		14 ; TQ** ; LysQ** ; TxLys**
Indice de consommation (kg/kg)		3,61	3,52	3,38	3,35	2,94	2,99	3,30	2,88	2,88		0,06 ; TQ** ; LysQ** ; TxLys*
Période totale												
Aliment consommé (g/j)		2014	1982	2001	2027	2028	2032	2015	2022	2030		
Gain de poids (g/j)		572	589	618	642	717	726	648	746	778		12 ; TQ* ; LysQ* ; TxLys**
Indice de consommation (kg/kg)		3,52	3,38	3,24	3,16	2,83	2,80	3,11	2,72	2,61		0,05 ; TQ** ; LysQ** ; TxLys (0,10)

(1) Sx : écart-type de la moyenne ; T : effet température ; Lys : effet lysine ; TxLys : interaction lysine x température ; Q : effet "quadratique" ; L : effet linéaire.

Seuils de signification : ** : 0,01 - * : 0,05 - (0,10) : 0,10

consommation. Toutefois, l'importance de la réponse à la lysine varie avec la température ambiante et la période considérée (effets d'interaction).

En période de croissance, entre 29,4 et 62,5 kg de poids vif, on observe un effet linéaire ($P < 0,01$) de la lysine sur le gain de poids quotidien et l'indice de consommation. Cependant, à 12°C, seules les différences entre les taux extrêmes de lysine sont significatives ($P < 0,05$), alors qu'à 28°C chaque accroissement du taux de lysine améliore significativement le gain de poids journalier ($P < 0,05$) et réduit l'indice de consommation ($P < 0,05$). A 20°C, les résultats sont intermédiaires entre ceux obtenus à 12 et 28°C. Il est intéressant de noter qu'à l'opposé des résultats obtenus à 28°C, les performances observées à 20°C avec le taux le plus élevé de lysine (0,95 %) ne sont pas significativement supérieures à celles obtenues avec le taux intermédiaire (0,79 %). De plus, la différence de gain de poids observée entre les deux températures s'accroît avec l'augmentation du taux de lysine. Ainsi au taux inférieur, les gains de poids journaliers sont similaires, alors qu'aux taux intermédiaire et supérieur, les différences atteignent respectivement 5,4 et 9,4 %.

En période de finition, de 62,5 kg de poids vif à l'abattage, le taux de lysine n'influence pas de manière significative les performances des animaux placés à 12°C. A 20 et 28°C, on

observe un effet quadratique ($P < 0,01$) du taux de lysine sur le gain de poids quotidien et l'indice de consommation. A ces deux températures, les meilleures performances sont assurées par le régime renfermant le taux intermédiaire de lysine (0,67 %).

Pour la période totale, la réponse des animaux aux traitements est comparable à celle observée en période de croissance, bien que les variations soient nettement tamponnées.

3.2. COMPOSITION CORPORELLE

Les pourcentages de muscle et de gras des carcasses ainsi que les gains journaliers de muscle et de gras sont présentés dans le tableau 3. Pour aucun de ces critères, l'interaction entre la température ambiante et le taux de lysine des régimes n'est significative. Les pourcentages de muscle des carcasses sont semblables à 28 et 20°C et tendent à être plus faibles qu'à 12°C ($P < 0,10$). Par ailleurs, il augmente avec le taux de lysine des régimes, le pourcentage le plus élevé correspondant au taux intermédiaire de supplémentation en lysine. Le pourcentage de gras est également semblable à 28 et 20°C et significativement plus élevé ($P < 0,01$) qu'à 12°C. En revanche, il varie peu avec le taux de lysine.

TABLEAU 3
INFLUENCE DU TAUX DE LYSINE ET DE LA TEMPERATURE AMBIANTE SUR LES POURCENTAGES DE MUSCLE ET DE GRAS DES CARCASSES ET LES GAINS JOURNALIERS DE MUSCLE ET DE GRAS

	Lysine %	Température, °C			Moyenne	Signification statistique (1) Sx
		12	20	28		
% Muscle	0,63-0,54	50,5	49,5	48,3	49,4	0,7 ; T (0,10) Lys Q (0,05)
	0,79-0,67	51,9	50,6	51,0	51,1	
	0,95-0,84	51,2	50,5	51,0	50,9	
	Moy	51,2	50,2	50,1		
% Gras	0,63-0,54	26,4	29,0	30,0	28,5	1,0 ; TL** Lys (NS)
	0,79-0,67	26,0	27,5	28,7	27,4	
	0,95-0,84	25,4	28,3	28,1	27,3	
	Moy	25,9	28,3	28,9		
Gain de muscle (g/l)	0,63-0,54	200	213	217	210	8 ; TL** ; LysQ**
	0,79-0,67	212	256	275	248	
	0,95-0,84	224	261	286	257	
	Moy	212	243	259		
Gain de gras (g/l)	0,63-0,54	130	163	177	157	7 ; TQ** Lys (0,10)
	0,79-0,67	127	172	189	163	
	0,95-0,84	134	182	194	170	
	Moy	130	172	187		

(1) Sx : écart-type de la moyenne ; T : effet température ; Lys : effet lysine ; Q : effet quadratique ; L : effet linéaire
Seuils de signification : ** : 0,01 - * : 0,05 - (0,10) : 0,10

Le gain journalier de muscle augmente ($P < 0,01$) avec la température ambiante et le taux de lysine des régimes. Néanmoins, entre 20 et 28°C l'augmentation n'est pas significative et il en est de même entre les deux taux supérieurs de lysine. Le gain de gras augmente également avec la température ambiante et le taux de lysine. Toutefois, pour ce qui est de la lysine, seule la différence observée entre les taux extrêmes est significative ($P < 0,10$). Par ailleurs, il est intéressant de noter les effets différentiels de la température ambiante et du taux de lysine sur les gains de muscle et de gras. L'effet de la lysine porte essentiellement sur le gain de muscle alors que celui de la température ambiante est relativement plus important sur le gain de gras. Ainsi, par rapport

au taux inférieur de lysine, au taux intermédiaire le gain de muscle est accru de 17,6 % et le gain de gras de 3,8 %. Entre 12 et 20°C, l'augmentation du gain de muscle est de 14,6 % alors que celle du gain de gras atteint 32,3 %.

DISCUSSION

Nos résultats montrent qu'en alimentation équilibrée, la température ambiante a des effets marqués sur les performances de croissance et la composition corporelle du porc. Sur l'ensemble de la période d'engraissement, une augmenta-

tion de 1°C de la température entre 12 et 20°C améliore le gain de poids de 12,8 g/j en moyenne, soit une valeur comparable aux données de la bibliographie (N.R.C., 1981 ; LE DIVIDICH *et al.*, 1985). Entre 20 et 28°C, l'amélioration est moins élevée (3,8 g/j/°C en moyenne) et notablement inférieure aux 6,1 g/j/°C précédemment rapportés (LE DIVIDICH *et al.*, 1985). Toutefois, si l'on ne tient compte que du régime 3 qui est le moins limité en lysine, l'amélioration s'élève à 6,5 g/j/°C. L'augmentation de la température ambiante conduit cependant à accroître l'état d'engraissement des carcasses. Conformément à nos observations antérieures (LE DIVIDICH *et al.*, 1985), cet effet est particulièrement net entre 12 et 20°C alors qu'entre 20 et 28°C la température a peu d'incidence sur la teneur en muscle et en gras des carcasses. Par ailleurs, il est intéressant de noter qu'une augmentation de 1°C entre 12 et 20°C accroît en moyenne le gain de muscle de 3,9 g/j et le gain de gras de 5,3 g. Ce résultat est donc en accord avec ceux de VERSTEGEN *et al.* (1973) et CLOSE (1981) selon lesquels la fixation d'énergie sous forme de lipides dépend davantage de la température ambiante que celle fixée sous forme de protéines.

L'amélioration des performances d'engraissement avec la supplémentation en lysine indique que dans nos conditions d'alimentation, l'apport de lysine constitue à chaque température un facteur limitant de la croissance. Néanmoins, en l'absence de plateau dans la réponse des animaux, il n'est pas possible de conclure sur le taux optimum de lysine en fonction de la température au cours de la première partie de l'engraissement. Nos résultats montrent cependant qu'à 28°C, ce taux est égal ou supérieur à 0,95 % (2,88 g/Mcal ED), ce qui est notablement plus élevé que les recommandations habituellement formulées pour le mâle castré en croissance (INRA, 1984 ; LOUGNON et KIENER, 1987). De plus, le profil de réponse du gain de poids journalier à la lysine qui est du type curvilinéaire à 20°C et linéaire à 28°C, suggère que le taux de lysine permettant une croissance maximale entre 30 et 62 kg est dans nos conditions d'alimentation plus élevé à 28 qu'à 20°C. En revanche, en période de finition, l'optimum de lysine pour la croissance est le même à 20 et 28°C et s'élève à 0,67 % (2,03 g/Mcal ED). Cette valeur qui est en accord avec les données de LOUGNON et KIENER (1987) et BOURDON et HENRY (1988) est cependant supérieure à celle observée à 12°C.

Nos résultats font donc apparaître une interaction entre la température ambiante et l'apport de lysine sur le gain de poids et suggèrent que le besoin en lysine relativement à l'énergie diminue avec l'abaissement de la température ambiante en

raison d'une réduction de la quantité d'énergie disponible pour la croissance. Les travaux de STAHLY *et al.* (1979), STAHLY et CROMWELL (1987) effectués sur animaux alimentés à volonté conduisent à des conclusions similaires, tout comme les études effectuées sur le poulet (MARCH et BIELEY, 1972). A cet égard, nos récents résultats montrent que la compensation de l'abaissement de la température ambiante à 20°C par un apport supplémentaire d'énergie sans modifier l'apport de lysine permet d'obtenir des performances de croissance semblables à celles réalisées à 28°C. En définitive, nos résultats mettent en évidence l'influence de la température sur le besoin en lysine relativement à l'apport énergétique et soulignent la nécessité de moduler les normes existantes d'apport d'acides aminés selon les conditions climatiques et par conséquent le type de logement. Les travaux que nous menons actuellement répondent à cet objectif.

BIBLIOGRAPHIE

- BOURDON D., HENRY Y., 1988. Journées Rech. Porcine en France, **20** (à paraître).
- CLOSE W.H., 1981. The climatic requirements of the pig. *In* : J.A. Clark, Environmental aspects of housing for animal production, 149-166, Butterworth, London.
- CURTIS S.E., 1981. Environmental management in animal agriculture. Animal environment services, Mahowet, Illinois.
- DESMOULIN B., GRANDSART P., TASSENCOURT L., 1976. Journées Rech. Porcine en France, **8**, 89-98.
- I.N.R.A., 1984. L'alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volailles. INRA éd. Paris 282 p.
- LE DIVIDICH J., DESMOULIN B., DOURMAD J.Y., 1985. Journées Rech. Porcines en France, **17**, 275-282.
- LOUGNON J., KIENER T., 1987. Journées Rech. Porcine en France, **19**, 249-258.
- MARCH B.E., BIELEY J., 1972. Poultry Science, **51**, 665-668.
- National Research Council, 1981. Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals. National Academy Press, Washington, 152 pp.
- NOBLET J., LE DIVIDICH J., BIKAWA T., 1985. J. Anim. Sci. **61**, 451-459.
- SEYMOUR E.W., SPEER V.C., HAYS V.W., MANGOLD D.W., HOZEN T.E., 1964. J. Anim. Sci. **23**, 375-380.
- SNEDECOR G.W., 1966. Statistical methods, 5th ed. Iowa State University Proc. 534 p.
- STAHLY T.S., CROMWELL G.L., 1979. J. Anim. Sci., **49**, 1478-1488.
- STAHLY T.S., CROMWELL G., 1987. Optimal dietary lysine levels for pigs as influenced by the thermal environment. *In* Swine research report. University of Kentucky.
- VERSTEGEN M.W.A., CLOSE W.H., START I.B., MOUNT L.E., 1973. Brit. J. Nutr., **30**, 21-35.