

A8708

# INFLUENCE DES TENEURS RESPECTIVES EN PROTEINES ET EN LYSINE DU REGIME SUR LES PERFORMANCES ET L'UTILISATION DE L'ENERGIE PAR LE PORC EN CROISSANCE

J. NOBLET, Y. HENRY, S. DUBOIS

*I.N.R.A. - Station de Recherches Porcines Saint-Gilles - 35590 l'HERMITAGE*

*Avec la collaboration technique de Martine FILLAUT, P. ECOLAN, J. LEBOST, A. ROGER*

## INTRODUCTION

La réduction du taux de protéines associée à un maintien du niveau des apports d'acides aminés indispensables et, en premier lieu, de la lysine entraîne assez peu de modifications de la vitesse de croissance et de l'efficacité alimentaire chez le porc en croissance-finition (WAHLSTROM et LIBAL, 1974 ; NOBLET *et al.*, 1980 ; STAHLY *et al.*, 1981). A l'aide de bilans énergétiques généralement effectués sur des animaux adultes (rat, poulet, porc) ou de calculs biochimiques, il a été montré par ailleurs que le catabolisme des protéines à des fins énergétiques (entretien ou dépôts de gras) s'accompagne d'une perte énergétique plus élevée au niveau urinaire (excrétion d'urée) et d'une extra-chaaleur plus importante qu'avec les glucides ou les lipides (HOFFMANN et SCHIEMANN, 1971 ; JUST, 1982). La réduction de la quantité de protéines catabolisées à la suite de l'abaissement du taux de protéines dans le régime devrait, par conséquent, se traduire par une meilleure efficacité énergétique. Ceci semble en accord avec l'augmentation sensible de l'état d'adiposité des carcasses généralement observé avec les régimes à taux de protéines réduit et supplémentés en acides aminés pour un apport équivalent d'énergie digestible (HENRY, 1980 ; HENRY et PEREZ, 1986).

La présente expérience a ainsi pour objectif de préciser les conséquences d'une réduction du taux de protéines, associée ou non à une supplémentation en acides aminés indispensables (lysine) sur les performances de croissance, la nature du gain de poids, les bilans azoté et énergétique, chez le porc, dans l'intervalle de poids vif 20-55 kg.

## MATERIEL ET METHODES

L'expérience a porté sur 8 répétitions de porcs Large White. Dans chaque répétition, 4 femelles, soeurs de portée, sont choisies au sevrage (23-25 jours d'âge), élevées et nourries individuellement de façon qu'elles aient des poids vifs comparables au début de l'expérience. A un poids moyen de 20 kg, une femelle est abattue et les 3 autres sont affectées aux 3 traitements expérimentaux (3 régimes : voir tableau 1) selon un dispositif factoriel en blocs équilibrés. Comparativement au régime PL dont les teneurs en protéines et en acides aminés correspondent aux recommandations habituelles (I.N.R.A., 1984), les régimes pl et pL ont un taux réduit de protéines (- 2,5 p. 100). Par rapport au régime pl carencé en lysine, le régime pL contient 0.15 % de lysine industrielle et

a une teneur en lysine totale identique à celle du régime PL. Les principaux résultats d'analyse sont rapportés dans le tableau 1. Les animaux sont abattus à l'issue de 7 semaines d'expérience.

**TABLEAU 1**  
COMPOSITION ET CARACTÉRISTIQUES NUTRITIONNELLES DES RÉGIMES

Régime	pl	pL	PL
<b>Composition (%) :</b>			
Maïs	76,35	76,35	69,75
Soja	16,40	16,40	21,50
Gluten de maïs	—	—	1,50
Mélasses de betterave	3,00	3,00	3,00
Mélange minéral - vitamines - acides aminés (1)	4,25	4,25	4,25
<b>Résultats d'analyse (%) (2)</b>			
Matières azotées	15,3	15,3	17,8
Lysine	0,67	0,80	0,81
Thréonine	0,52	0,52	0,63
<b>Caractéristiques nutritionnelles (2) (3)</b>			
Energie digestible, kcal/kg	3 395	3 399	3 446
Energie métabolisable, kcal/kg	3 277	3 283	3 305
Matières azotées digestibles, g/Mcal ED	37,6	37,5	44,8
Lysine, g/Mcal ED (3)	1,98	2,36	2,35

(1) Phosphate bicalcique : 2,2 % ; Carbonate de calcium : 1,2 % ; sel : 0,5 % ; + oligo-éléments et vitamines. 0,19 % L-lysine HCl (78,5 % de lysine) dans le régime pL.

(2) Résultats ramenés à 88 % de matière sèche ; 1 analyse par répétition.

(3) 12 mesures (sur 6 animaux) par lot.

L'aliment est distribué en granulés, à raison de 2 repas par jour et selon un plan d'alimentation correspondant à 120 g d'aliment par kg de poids métabolique ( $\text{kg}^{0,75}$ ). Les animaux sont pesés chaque semaine. Les teneurs en énergie digestible (ED), énergie métabolisable (EM) et le coefficient d'utilisation digestive de l'azote (CUDN) des régimes sont déterminés à 2 reprises sur chaque animal (NOBLET *et al.*, 1987). Les caractéristiques nutritionnelles des régimes ainsi mesurées sont présentées dans le tableau 1.

Au moment de l'abattage, le sang, les organes (abats rouges et abats blancs) et les soies sont prélevés et pesés. Le tube digestif est pesé avant et après vidange de son contenu. Un compartiment constitué de la tête, des pieds et de la queue est également pesé juste après l'abattage. Les 2 demi-carcasses (sans tête) sont pesées avant et après un ressuyage de 16 heures minimum. A l'issue de cette période de ressuyage, une demi-carcasse est découpée (découpe parisienne normalisée), chaque morceau de découpe étant ensuite disséqué afin de constituer 4 compartiments par demi-carcasse : muscles (comprenant le gras intermusculaire), tissus adipeux (panne incluse), os et peaux. Les différents compartiments (sang, organes, tête-pieds-queue, muscles, gras, os et peaux) sont ensuite broyés séparément pour chaque animal. Des échantillons moyens de muscles, de gras, de carcasse (muscles + gras + os + peaux), et de l'ensemble de l'animal sont alors constitués. Après lyophilisation et détermination de la teneur en matière sèche, ces échantillons sont analysés pour leurs teneurs en énergie brute, azote, matières minérales et lipides.

L'accroissement journalier du poids des morceaux de découpe et des tissus et les dépôts d'énergie et de nutriments au cours de la période expérimentale sont obtenus par différence entre l'état final à l'abattage et l'état initial au début de l'expérience. L'état initial (composition corporelle et chimique) des animaux d'une répétition est estimé à partir de la composition de la soeur de portée abattue au début de l'expérience en supposant que la composition corporelle et chimique du poids vif vide est identique pour les 4 animaux de la portée. La production de chaleur est obtenue par différence entre l'EM ingérée et la quantité d'énergie fixée.

Compte tenu de légères variations des quantités d'EM ingérées (refus, gaspillage) entre les traitements et de la teneur en EM du régime PL légèrement plus élevée, les données ont été ajustées par covariance à un même niveau d'EM (kcal/j). Les principaux résultats de l'expérience sont

rapportés dans les tableaux 2 et 3. Une présentation plus détaillée des résultats est fournie par ailleurs (NOBLET *et al.*, 1987).

## RESULTATS ET DISCUSSION

La réduction du taux de protéines et d'acides aminés limitants (pl vs PL) se traduit par une diminution de la vitesse de croissance et des gains de poids au niveau de la carcasse, de la longe, du jambon et du tissu musculaire, tandis que les gains de poids au niveau des morceaux gras (bardière, panne) ou des tissus adipeux obtenus par dissection sont plus élevés. Il s'ensuit que le coût énergétique du gain de poids est significativement plus élevé avec le régime pl. Des résultats comparables ont été obtenus par de nombreux auteurs : NOBLET et HENRY (1977) et RUSSELL *et al.* (1983). La supplémentation du régime pl par la lysine industrielle (pL) permet d'obtenir des performances de croissance identiques à celles réalisées avec le régime PL. Mais l'application d'un taux de protéines élevé tendrait à réduire l'importance des dépôts adipeux, sans modifier le développement du tissu musculaire. Ce résultat est en accord avec la réduction de l'état d'engraissement des animaux associée à l'augmentation du taux de protéines de l'aliment (NOBLET *et al.*, 1980). Nos données montrent par ailleurs que le développement du jambon est plus important ( $P < 0,05$ ) avec le régime pL, comparativement au régime PL. On peut avancer comme hypothèse d'explication à cette différence la meilleure disponibilité de la lysine du régime pL (due à l'introduction de lysine sous forme libre). Le développement prioritaire du jambon pendant la phase

**TABLEAU 2**  
INFLUENCE DU NIVEAU DES APPORTS AZOTÉS ET DE LYSINE  
SUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE, LA NATURE DU GAIN DE POIDS ET LE COÛT ALIMENTAIRE  
DU GAIN DE POIDS ET DE MUSCLES, CHEZ LE PORC EN CROISSANCE (1)  
(Données ajustées pour une même quantité d'EM).

Régime	pl	pL	PL	Ecart-type	Signification statistique (2)
<b>Dispositif expérimental</b>					
Energie digestible, kcal/j	5 456	5 450	5 491	16	**
Energie métabolisable, kcal/j	5 264	5 264	5 264	—	—
Matières azotées, g/j	246	246	285	4	**
Lysine, g/j	10,8	12,8	12,9	0,2	**
<b>Gain de poids, g/j</b>					
Vif	649	699	700	29	**
Vif vide	625	675	680	21	**
Sang	23	26	28	2	**
Organes	60	59	65	4	*
Tête + pieds + queue	45	47	50	4	—
Carcasse ressuyée (3)	485	527	523	15	**
dont longe	149	174	176	9	**
jambon	115	132	126	5	**
bardière	72	70	68	5	—
dont muscles	294	337	338	14	**
gras	132	124	118	7	**
peaux	16	20	20	2	*
os	42	46	46	4	—
<b>Coût alimentaire du gain</b>					
de poids vif vide					
kcal EM/kg	8 391	7 765	7 781	274	**
g matières azotées/kg	393	364	420	15	**
g lysine/kg	17,3	19,0	19,1	0,6	**
de muscles					
g matières azotées/kg	836	727	855	45	**
g lysine/kg	36,7	37,9	38,8	2,1	—

(1) Poids vif initial : 19,5 kg ; Durée de l'expérience : 7 semaines

(2) Effet régime. Niveaux de signification : \* :  $P < 0,05$  ; \*\*  $P < 0,01$

(3) Sans tête - pieds - queue.

initiale de la croissance serait ainsi mieux assuré sous l'effet d'un apport accru de lysine disponible (HENRY *et al.*, 1971). Nos résultats font également apparaître un développement significativement plus important de la masse organique chez les animaux du lot PL. Des observations comparables ont été faites par STAHLY *et al.* (1979) en ce qui concerne le foie et les reins. Enfin, la vitesse de croissance, ainsi que le développement du tissu musculaire sont étroitement dépendants du niveau de l'acide aminé limitant primaire (lysine). En effet, la quantité de lysine par unité de gain de poids (17 à 19 g/kg) ou de gain de muscle (37 à 39 g/kg) est sensiblement la même dans les 3 traitements. Des conclusions similaires sont rapportées par ASCHE *et al.* (1985).

Pour des ingrédientés énergétiques comparables, la quantité de matière sèche corporelle déposée n'est pas affectée par le taux de protéines ou de lysine du régime. Toutefois, la composition de la matière sèche est significativement modifiée par les traitements expérimentaux (tableau 3). Ainsi la quantité de lipides fixés décroît avec la supplémentation en lysine (pL vs pl) et avec l'augmentation du taux de protéines (PL vs pL). Ces résultats sont d'ailleurs en accord avec les variations de composition corporelle associées à des modifications de la qualité ou de la quantité des apports azotés (NOBLET *et al.*, 1980 ; tableau 2). Inversement, la quantité de protéines fixées augmente avec l'amélioration de l'équilibre en acides aminés indispensables (PL vs pl) et l'augmentation de l'apport d'azote non indispensable (PL vs pL). Toutefois, la quantité de protéines déposées dans le tissu musculaire est identique dans les lots pL et PL. Il s'ensuit que la quantité de protéines déposées dans les autres compartiments de l'animal (et en particulier dans les viscères et organes (NOBLET *et al.*, 1987) est plus élevée avec le régime à taux de protéines accru. Il semble par conséquent que si le développement musculaire est étroitement dépendant du niveau d'apport de l'acide aminé limitant primaire, la fixation de protéines corporelles et leur répartition entre la carcasse et le cinquième quartier sont fonction du taux global de matières azotées dans l'aliment.

**TABLEAU 3**  
INFLUENCE DES APPORTS AZOTÉS ET DE LYSINE SUR LE DÉPÔT  
DE NUTRIMENTS ET LE BILAN ÉNERGÉTIQUE CHEZ LE PORC EN CROISSANCE (1)

	Régime			Écart-type	Signification statistique (1)
	pl	pL	PL		
Matières azotées, g/j	246	246	285	4	**
Lysine, g/j	10,8	12,8	12,9	0,2	**
<b>Nutriments déposés (2), g/j</b>					
Matière sèche	297	303	301	5	—
Matières minérales	18	20	20	2	—
Protéines	91	104	110	5	**
dont muscles	52	64	64	3	**
lipides	187	175	168	9	**
<b>Bilan énergétique (2), kcal/j</b>					
Energie digestible	5 456	5 450	5 491	16	**
Energie métabolisable	5 264	5 264	5 264	—	—
Energie fixée	2 254	2 257	2 190	75	—
dont protéines	518	592	633	27	**
Chaleur	3 010	3 007	3 074	75	—
<b>Bilan énergétique (3), kcal/j</b>					
Energie digestible	5 426	5 407	5 547	—	—
Energie métabolisable	5 236	5 223	5 320	—	—
Energie fixée	2 234	2 234	2 234	—	—
dont protéines	518	593	632	—	—
Chaleur	3 002	2 989	3 086	—	—

(1) Voir tableau 2

(2) Ajustées pour une même quantité d'EM (kcal/j) (analyse de covariance)

(3) Ajustées pour une même quantité d'énergie fixée, à partir des données brutes et sur la base d'un rendement d'utilisation de l'EM de 70 %, d'une non modification de la quantité de protéines fixées et des ratios EM : ED mesurés dans l'expérience (voir NOBLET *et al.*, 1987).

Les résultats de bilan énergétique (tableau 3) font apparaître qu'à niveaux d'EM équivalents, les porcs des traitements pl et pL fixent des quantités équivalentes d'énergie et produisent, par

conséquent, une même quantité de chaleur (kcal/j). Toutefois, la partition de l'énergie fixée sous forme de protéines et de lipides est dépendante de la teneur en lysine du régime. L'augmentation du taux de protéines (PL vs pL) se traduit par une réduction (non significative) de la quantité d'énergie fixée et une augmentation concomitante de la production de chaleur. Enfin la quantité d'ED nécessaire pour un apport équivalent d'EM est supérieure de 41 kcal/j avec le régime PL, comparativement au régime pL. Les résultats de bilan azoté mettent par ailleurs en évidence que l'augmentation du taux de protéines (PL vs pL) provoque un accroissement de l'excrétion de protéines dans l'urine de 39 g/j (NOBLET *et al.*, 1987). Si l'on considère que l'augmentation de la production de chaleur observée avec le régime PL est directement liée à l'accroissement du catabolisme des protéines alimentaires à des fins énergétiques, le catabolisme d'un gramme supplémentaire de protéines nécessite par conséquent un apport supplémentaire de 1.0 kcal d'ED (1.17 selon JUST, 1982) et entraîne une diminution de 1.8 kcal de l'énergie fixée (1.6 selon JUST, 1982). L'extra-chaleur associée à l'utilisation métabolique de l'EM des protéines représente, d'après les résultats de la bibliographie (HOFFMANN et SCHIEMANN, 1971), 0.5 à 0.9 kcal par g de protéines, soit à peine la moitié de la valeur obtenue dans notre expérience ou celle de JUST (1982). Cette différence est probablement à relier au type d'animaux utilisés : animaux en croissance dans notre étude et celle de JUST (1982), adultes dans les autres expériences. Nos résultats mettent ainsi en évidence un accroissement de la masse organique avec l'élévation du taux de protéines. Il s'ensuivrait une augmentation de la production de chaleur liée à l'entretien puisqu'il existe une relation directe entre l'importance relative des organes et la production de chaleur au jeûne (KOONG *et al.*, 1982). Par ailleurs, l'augmentation du taux de protéines s'accompagnerait d'un accroissement du taux de renouvellement des protéines corporelles (REEDS *et al.*, 1981) et d'une élévation concomitante de la production de chaleur. Le catabolisme des protéines excédentaires à des fins énergétiques entraîne par conséquent un "gasillage" énergétique lié à la nature du substrat (excrétion d'urée et extra-chaleur) et d'autre part aux modifications du métabolisme de l'animal (masse organique, renouvellement des protéines,...).

Les effets propres d'une variation du taux de protéines pour une même teneur en lysine sur les apports d'ED et d'EM pour obtenir une même rétention énergétique sont illustrés dans le tableau 3. Pour un écart de 2,5 % du taux de protéines, les apports d'EM et d'ED supplémentaires avec le régime PL sont respectivement de 97 et 140 kcal par jour, soit 39 et 56 kcal, respectivement par point de protéines. En d'autres termes, dans nos conditions expérimentales, l'accroissement du taux de protéines de 1 % nécessite des apports supplémentaires d'EM et ED représentant respectivement 0.75 et 1.0 % des valeurs obtenues avec le régime pL (afin d'avoir la même rétention énergétique). Toutefois, l'énergie ainsi "épargnée" par un abaissement du taux de protéines bénéficie uniquement à un accroissement du dépôt de lipides corporels, avec, pour conséquence, des variations très limitées de la vitesse de croissance. La conséquence pratique d'un tel résultat serait alors d'associer à la réduction du taux de protéines du régime, une légère diminution de l'apport énergétique (kcal/j), en maintenant les apports quotidiens d'acides aminés essentiels. Cette hypothèse avancée précédemment (HENRY, 1980) et confortée par la présente étude, fait l'objet d'un travail en cours.

## BIBLIOGRAPHIE

- ASCHE G.L., LEWIS A.J., PEO E.R., Jr, CRENSHAW J.D., 1985. *J. Anim. Sci.*, **60**, 1412-1427.
- HENRY Y., RERAT A., TOMASSONE R., 1971. *Ann. Zootech.*, **20**, 521-550.
- HENRY Y., 1980. *Journées Rech. Porcine en France*, **12**, 183-195.
- HENRY Y., PEREZ J.M., 1986. *Journées Rech. Porcine en France*, **18**, 57-66.
- HOFFMANN L., SCHIEMANN, R., 1971. *Arch. Tierernähr.*, **21**, 65-81.
- I.N.R.A., 1984. *L'alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volailles*. I.N.R.A. éd., Paris, 282 p.
- JUST A., 1982. *Livest. Prod. Sci.*, **9**, 349-360.
- KOONG L.J., NIENABER J.A., PEKAS J.C., YEN J.T., 1982. *J. Nutr.* **112**, 1638-1642.

- NOBLET J., HENRY Y., 1977. *Ann. Zootech.*, **26**, 379-394.
- NOBLET J., HENRY Y., BOURDON D., 1980. *Ann. Zootech.*, **29**, 103-119.
- NOBLET J., HENRY Y., DUBOIS S., 1987. *J. Anim. Sci.* (in press).
- REEDS P.J., FULLER M.F., CADENHEAD A., LOBLEY G.E., Mc DONALD J.D., 1981. *Br. J. Nutr.*, **45**, 539-546.
- RUSSELL L.E., CROMWELL G.L., STAHLY T.S., 1983. *J. Anim. Sci.*, **56**, 1115-1123.
- STAHLY T.S., CROMWELL G.L., AVIOTTI M.P., 1979. *J. Anim. Sci.*, **49**, 1242-1251.
- STAHLY T.S., CROMWELL G.L., OVERFIELD J.R., 1981. *J. Anim. Sci.*, **53**, 1269-1277.
- WAHLSTROM R.C., LIBAL G.W., 1974. *J. Anim. Sci.*, **38**, 1261-1265.