

ETUDE DU BESOIN DE LYSINE DU PORC EN CROISSANCE EN RELATION AVEC LE TAUX ENERGETIQUE DU REGIME

RERAT A., LERNER J., HENRY Y. et BOURDON D.*

I.N.R.A. - Station de Recherches sur l'Elevage des Porcs

C.N.R.Z. - 78 - JOUY-EN-JOSAS

La détermination du besoin de lysine du Porc en croissance a fait l'objet d'un grand nombre d'expériences, dont beaucoup ont été analysées et critiquées dans une revue (RERAT et LOUGNON, 1966). Par la même occasion, un essai d'évaluation statistique du besoin pour une croissance maximum a été réalisé : il s'est avéré en effet qu'il existait une étroite relation ($r = 0,77$) entre la consommation journalière de lysine permettant la meilleure croissance dans ces expériences et le poids vif des animaux, relation caractérisée par une droite entre 2 et 50 kg de poids vif. Le besoin journalier de lysine estimé statistiquement à partir de cette relation est rapporté dans le tableau 1.

TABLEAU 1

**Comparaison de l'évolution du besoin journalier (g/j) de lysine mesuré par RERAT (1966)
par CLAUSEN (1963) ou estimé (RERAT, LOUGNON, 1966)**

	20 - 30 kg	30 - 40 kg	40 - 50 kg	50 - 60 kg
Besoin mesuré (RERAT, 1966)	9,40	12,5	15,1	17,9
Besoin estimé (RERAT, LOUGNON, 1965)	10,0	12,9	15,5	18,8
Besoin mesuré (CLAUSEN, 1963)	9,8	12,4	14,0	15,4

(*) Avec la collaboration technique de A. GAYE

Afin de contrôler la précision du besoin ainsi déterminé, une première expérience a été réalisée dont les résultats résumés ont été publiés antérieurement (RERAT, 1966) : des régimes semi synthétiques (à 3400 Kcal digestibles/kg) étaient utilisés, dans lesquels l'apport azoté fourni par une source unique de protéines déficientes en lysine (tourteau de tournesol) était introduit à taux variables (12, 16 et 20 %) et la L-lysine était ajoutée à doses diverses (0-1,5 et 3,0 % de protéines) selon un schéma factoriel 3×3 ; pour les animaux de 20 à 60 kg de poids vif, la réponse maximum était enregistrée lorsque le régime contenait 16 % de protéines et 0,82 % de lysine. La consommation journalière de lysine enregistrée dans ces conditions pour les différentes tranches de poids est rapportée dans le tableau 1. On peut constater que les valeurs ainsi obtenues par détermination directe sont très proches des valeurs estimées statistiquement, mais sont sensiblement plus élevées que les valeurs déterminées par CLAUSEN (1963).

Il apparaît ainsi que les résultats obtenus à partir d'une méthode d'estimation statistique du besoin de lysine se vérifient exacts par contrôle *in-vivo* lorsque la teneur énergétique du régime est maintenue constante. On peut toutefois se demander si tel est encore le cas lorsqu'on fait varier le taux d'énergie qui, on le sait, représente un facteur important de variation de la consommation de matière sèche (HENRY et RERAT, 1964; HENRY, 1966) et par conséquent d'azote; on sait également que la pleine utilisation de l'azote alimentaire à des fins métaboliques est sous la dépendance de l'ingéré énergétique (Cf MUNRO 1964). La relation entre le besoin de lysine et l'ingéré énergétique doit donc être considérée de plus près et c'est pourquoi une deuxième expérience a été réalisée, dans laquelle variaient d'une part le taux énergétique du régime et d'autre part son taux de lysine, la teneur en matières azotées totales étant maintenue constante.

MATERIEL ET METHODES

72 porcs de race Large White, sevrés à huit semaines (36 mâles castrés et 36 femelles) sont répartis en 12 lots de 6 animaux chacun, homogènes du point de vue de l'âge, du poids et du sexe, selon un schéma en blocs randomisés complets. Chacun de ces lots reçoit durant toute la croissance un régime de base (1), contenant 16 % de matières azotées et des taux variables d'un lot à l'autre, d'énergie et de lysine. La variation du taux énergétique est provoquée par l'introduction de taux croissants de vermiculite (poudre de mica) substance inerte sur le plan digestif, à raison de 0,8 et 16 %. Les régimes correspondants ont une valeur énergétique respectivement de 3500, 3200 et 2900 Kcal d'énergie digestible par kg de régime. Quatre taux de lysine sont utilisés par addition de 0 - 0,16 - 0,32 et 0,48 % de cet acide aminé dans le régime (soit 0,54 - 0,69 - 0,84 et 0,99 % du régime à 90,4 % de matière sèche). Les douze régimes ainsi constitués sont distribués individuellement à volonté sous forme de granulés de 5 mm. Après sacrifice des animaux à 90 kg, leur adiposité est appréciée à l'aide de divers critères déjà décrits (HENRY et RERAT, 1964).

(1) Tourteau de tournesol 38; huile d'arachide 5; sucre 5; mélange minéral 3,5; mélange vitaminique 2; mélange d'acides aminés avec taux variable de lysine 4; vermiculite 0 à 16; amidon Q.S.P. 100. Composition du tourteau de tournesol: 92,6 % de matière sèche; 8,1 % cendres; 39,8 % matières azotées. Acides aminés pour 16 g d'azote: thréonine 3,65; valine 5,7; isoleucine 4,65; leucine 6,35; tyrosine 2,8; phénylalanine 4,8; méthionine 2,2; cystine 1,95; lysine 3,6; histidine 2,5.

RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats moyens pour la période correspondant à des poids vifs compris entre 20 et 60 kg sont rapportés dans le tableau 2.

TABLEAU 2

Influence des taux de lysine et d'énergie sur les performances du Porc en croissance (période 20-60 kg)

	Vermiculite %	L lysine supplémentaire %				protéines moyenne	Signification statistique
		0	1	2	3		
Gain moyen quotidien	0	412	448	455	519	458	E** E _I **
	8	444	413	484	507	465	L** L _I **
	16	476	508	594	543	530	S _I L ₃ x
	moyenne	444	456	511	523		S _{x̄} = 27,3 CV = 13,8
Consommation moyenne journalière (kg/j)	0	1,33	1,36	1,32	1,42	1,35	E** E _I **
	8	1,51	1,44	1,51	1,52	1,49	L _I *
	16	1,65	1,68	1,89	1,79	1,75	
	moyenne	1,49	1,49	1,57	1,58		S _{x̄} = 0,05 CV = 8,6
Consommation moyenne Journalière (énergie digestible Mcal/j)	0	4,73	4,84	4,71	5,07	4,84	L _I *
	8	4,86	4,63	4,84	4,89	4,81	
	16	4,82	4,92	5,52	5,24	5,12	
	moyenne	4,80	4,80	5,02	5,07		S _{x̄} = 0,0553 CV = 8,7
Indice de consommation aliment frais (kg) gain de poids (kg)	0	3,23	3,04	2,93	2,76	2,99	E** E _I **
	8	3,43	3,52	3,16	3,01	3,28	E ₂
	16	3,50	3,34	3,19	3,32	3,34	L** L _I **
	moyenne	3,39	3,30	3,09	3,03		S _{x̄} = 0,11 CV = 8,7
Indice de consommation énergétique	0	11,53	10,84	10,47	9,85	10,67	E** E _I
	8	11,04	11,34	10,16	9,69	10,56	L** L _I **
	16	10,23	9,76	9,32	9,69	9,75	S _{x̄} = 0,35
	moyenne	10,93	10,65	9,98	9,74		CV = 8,4

Signification statistique : E effet énergie, L effet lysine, S effet sexe,

** seuil 0,01 * seuil 0,05

I linéaire 2 quadratique 3 cubique

S_{x̄} écart type de la moyenne CV : coefficient de variation

Pour cette période, la vitesse de croissance est d'autant plus élevée que la teneur énergétique du régime est plus faible : elle s'accroît linéairement lorsque le taux de lysine passe de 0,54 à 0,99 %. La meilleure performance de croissance est obtenue grâce à l'ingestion du régime à 0,84 % de lysine et 2900 Kcal d'énergie digestible par kg de régime. Cette amélioration de la croissance peut être mise en relation avec une augmentation de la consommation journalière, non seulement de matière sèche (ce qui était prévisible), mais également de matériaux énergétiques. Les animaux semblent réagir à la « dilution » de l'énergie du régime et à l'addition de lysine par une plus forte consommation d'énergie et d'azote, ce qui en définitive se traduit par une vitesse de croissance accrue. En tout état de cause, la consommation journalière n'est pas aussi importante (même pour les lots les meilleurs) que celle enregistrée habituellement pendant cette période. Au niveau de l'indice de consommation, exprimé en énergie digestible consommée, il faut noter une amélioration qui va dans le même sens que celle de la vitesse de croissance et de la consommation journalière d'énergie. Par contre, l'addition de vermiculite provoque, comme il fallait s'y attendre, une détérioration de l'indice de consommation exprimé en aliment consommé.

Si l'on examine l'ensemble de la croissance (1), on retrouve les mêmes résultats ; il faut cependant noter que sur le plan statistique, l'effet lysine n'est plus significatif que pour le gain moyen quotidien, et que l'effet énergie persiste pour tous les critères sauf l'indice de consommation énergétique. Les différences entre les différents lots au lieu de s'accroître ont tendance à s'estomper, ce qui signifie qu'il n'en existe pratiquement pas pour la seule période 60-90 kg. En outre, il apparaît un effet « sexe » significatif au niveau de l'indice de consommation (matière fraîche et énergie) : les mâles castrés présentent ainsi des indices matière fraîche et énergie de 3,4 kg d'aliment/kg de gain et 11,06 Mcal/kg ; les indices correspondants pour les femelles sont de 3,27 et 10,52. Cet effet « sexe » significatif se retrouve au niveau de la composition corporelle (1) pour les pourcentages de morceaux nobles et de morceaux gras ; en ce qui concerne le rendement, on observe en outre une interaction sexe-lysine. Les variations de l'épaisseur du lard ne présentent pas de différences significatives d'un traitement à l'autre. L'adiposité des animaux semble ainsi indépendante des taux d'énergie et de lysine du régime pour l'ensemble de cette expérience.

Afin de préciser comment interviennent les variations des taux d'énergie et de Lysine, et d'éliminer des variations liées à la modification de la consommation, une expérience de digestibilité a été réalisée dans laquelle, seuls, les régimes extrêmes étaient retenus : il s'agissait alors de 6 régimes à 3 taux énergétiques (0-8 et 16 % de vermiculite) et à 2 taux de L-lysine (à raison de 0 et 4 % des protéines). Ces régimes étaient distribués selon la méthode « paired-feeding » de MITCHELL et BEADLES (1930) à des animaux mâles castrés (à raison de 2 par régime) de race Large White, de poids vif 30 kg, durant 3 périodes successives de 6 jours pendant lesquelles l'urine et les fèces étaient collectés afin de calculer les coefficients d'utilisation digestive de l'azote et de la matière organique, et le coefficient de rétention de l'azote selon les formules :

$$\text{CUD} = \frac{\text{Elément absorbé}}{\text{Elément ingéré}} = \frac{\text{Elément ingéré} - \text{Elément excrété par les fèces}}{\text{Elément ingéré}} \times 100$$

$$\text{CR} = \frac{\text{Elément retenu}}{\text{Elément absorbé}} = \frac{\text{Elément ingéré} - \text{Elément excrété par l'urine et les fèces}}{\text{Elément ingéré} - \text{Elément excrété par les fèces}} \times 100$$

Les résultats généraux cumulés des 3 périodes sont rapportés dans le tableau 3.

(1) Données non rapportées par manque de place.

TABLEAU 3

**Influence du taux de vermiculite et de la teneur en lysine sur la digestibilité
et le métabolisme de l'azote**

L-lysine		Vermiculite				Signification statistique
		0	8	16	Moyenne	
Energie brute ingérée (Mcal/j)	0	4,83	4,52	4,05	4,46	E**
	4	4,87	4,48	4,15	4,50	
	moyenne	4,85	4,50	4,10		
C.U.D. énergétique	0	88,8	87,7	86,0	87,5	E* EL**
	4	89,8	86,2	85,3	87,1	
	moyenne	89,3	86,9	85,7		
N ingéré g/j	0	30,4	31,5	28,0	29,9	
	4	31,4	31,5	33,0	32,0	
	moyenne	30,9	31,5	30,5		
C.U.D. azote	0	90,2	87,5	87,6	88,5	E**
	4	90,9	86,3	86,6	88,0	
	moyenne	90,6	86,9	87,1		
C.R. azote	0	41,5	44,8	41,5	42,6	L*
	4	55,5	56,5	48,5	53,5	
	moyenne	48,5	50,6	45,0		

Signification statistique : cf. tableau 2

Ainsi qu'il ressort de ce tableau, l'ingéré égalisé de matière sèche d'un régime à l'autre s'est traduit par une diminution de la consommation d'énergie lors de chaque accroissement du taux de vermiculite ; il faut, en outre, noter une diminution de l'utilisation digestive des substances énergétiques lors de l'addition de vermiculite (résultat déjà mis en évidence par HENRY, 1969). Ce phénomène n'est pas particulier à l'énergie, et se retrouve pour les matières azotées. Par contre, les variations du taux et de l'ingéré énergétiques n'ont aucune influence décelable sur la rétention azotée alors que l'addition de lysine l'améliore dans des proportions très importantes, quel que soit le taux d'énergie. Il apparaît ainsi que l'addition de Lysine au tournesol agit sur la valeur biologique des protéines qui sont de ce fait plus efficacement retenues ; elle n'agit pas par l'intermédiaire de l'appétit.

Etant donné que l'action de la lysine se traduit par une amélioration de la rétention azotée, il devenait vraisemblable qu'il puisse exister une relation entre le dépôt tissulaire, c'est-à-dire de la vitesse de croissance entre 20 et 60 kg de poids, et la quantité de lysine ingérée

journallement au cours de cette période. De fait, une telle relation existe, qui s'exprime par les équations suivantes :

$$y = 17,73 x + 277,35 \quad r = 0,73 \quad F = 40,95 \text{ xx}$$

pour les femelles

$$y = 15,27 x + 302,84 \quad r = 0,66 \quad F = 26,40 \text{ xx}$$

pour les mâles castrés,

où y représente le gain moyen journalier de 20 à 60 kg de poids vif, et x la quantité de lysine moyenne ingérée journallement au cours de cette période. Les pentes de ces deux droites sont significativement différentes, ce qui ne fait que souligner la différence, déjà connue, des besoins azotés entre mâles castrés et femelles (GERMANN et al., 1958 ; ROBINSON, 1966) et qui peut être attribuée en partie à leur différence de consommation de matière sèche et d'énergie (RERAT et HENRY, 1964 ; DESMOULIN, 1969).

Ces équations font en outre ressortir le fait que tout procédé incitant l'animal à consommer quotidiennement des quantités plus élevées de lysine - soit par addition de lysine synthétique, soit par « dilution » de l'énergie du régime - permet à la vitesse de croissance de s'accroître, ceci jusqu'à une certaine limite. Dans nos conditions expérimentales, cette limite paraît atteinte par l'emploi d'un régime à 2 900 Kcal d'énergie digestible et 0,84 % de lysine, le besoin pour les autres acides aminés paraissant couvert. Ceci correspond à un apport de 2,9 g de lysine pour 1 000 Kcal d'énergie digestible, valeur correspondant à celle que nous avons estimée par voie statistique pour des animaux rationnés (semi ad libitum) (RERAT et LOUGNON, 1966), mais sensiblement plus élevée que celle déterminée expérimentalement par MITCHELL et al. (1965), ainsi que par ANDERSON et BOWLAND (1967), chez des animaux nourris à volonté comme les nôtres (respectivement 2,4 g pour 1 000 Kcal d'énergie métabolisable et 2,5 g pour 1 000 Kcal d'énergie digestible). Cette différence peut s'expliquer par la consommation médiocre de nos animaux en début de croissance, ce qui revient à surestimer la concentration nécessaire de lysine dans le régime pour l'alimentation à volonté. Nos résultats sur ce point semblent donc surévaluer le besoin de lysine par rapport à l'énergie. Par ailleurs, il faut noter que dans notre expérience, comme dans celle de MITCHELL et al., la concentration de lysine nécessaire pour la meilleure croissance paraît s'accroître avec le taux énergétique du régime.

En définitive, les faits acquis par cette expérience montrent que le taux optimum de lysine du régime pour la meilleure croissance du porc varie dans le même sens que le taux énergétique de ce régime. Sur le plan pratique, il s'avère donc nécessaire d'exprimer les besoins d'acides aminés relativement à la valeur énergétique de la ration.

— 000 —

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANDERSON G.H., BOWLAND J.P., 1967, *Can. J. Anim. Sci.*, **47**, 47-56
 CLAUSEN H., 1963, *Förderungsdienst*, II, n° spécial, 35-42
 DESMOULIN B., 1969, *Journées Recherches porcine en France*, 67-71
 GERMANN A.F.O., Mertz ET, Beeson WM - 1958 - *J. Anim. Sci.*, **17**, 52-61
 HENRY Y., 1966, *Proc. 9th Int. Cong. of Anim. Product.* abst., 19
 HENRY Y., 1969, *Proc. 2nd World Conf. on Anim. Production*, American Dairy Science Association ed, 337-338
 HENRY Y., RERAT A., 1964, *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, **4**, 263-271
 MITCHELL H.H., BEADLES J.R. 1930. *J. Nutrition*, **2**, 225
 MITCHELL J.R., Jr, BECKER D.E., JENSEN A.H., NORTON H.W. HARMON B.G. *J. Anim. Sci.*, **24**, 977-980
 MUNRO H.N. in MUNRO H.N. et ALLISON J.B., 1964. *Mammalian protein metabolism*, vol. 2, 382-481. *Académie Press N.Y. London.*