1998. Journées Rech. Porcine en France, **30**, 201-207.

Étude des besoins en lysine et en thréonine de la truie en gestation

J.-Y. DOURMAD, M. ÉTIENNE

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

Avec la collaboration technique de A. Roger, Y. Lebreton et F. Le Gouevec pour le suivi des animaux, R. Vilboux pour la fabrication des régimes expérimentaux, ainsi que Valérie Beaumal et Chrystèle David pour les analyses de laboratoire

Étude des besoins en lysine et en thréonine de la truie en gestation.

Deux expériences ont été réalisées afin de préciser les besoins en lysine et en thréonine de la truie gravide. Dans la première expérience, quatre niveaux de lysine (de 0,34 à 0,56% de lysine totale) ont été comparés sur 8 truies multipares. Chaque truie recevait successivement les quatre régimes selon un schéma expérimental en carré latin. Le bilan azoté était mesuré durant 11 jours, après une période de 10 jours d'adaptation au régime. Dans la seconde expérience quatre rapports thréonine/lysine (de 0,61 à 0,87) ont été comparés sur 16 truies multipares selon le même schéma expérimental que précédemment. La digestibilité iléale des acides aminés des huit régimes expérimentaux a été déterminée sur des porcs en croissance munis d'une anastomose iléo-rectale. Dans la première expérience, la rétention azotée journalière augmentait linéairement avec la teneur en lysine du régime. Elle était maximale lorsque la teneur dans le régime dépassait 0,48% de lysine totale ou 0,38% de lysine digestible. Le rendement d'utilisation de la lysine digestible au dessus de l'entretien a été évalué à 65%. Dans la seconde expérience la rétention azotée journalière était influencée par le rapport thréonine/lysine. Elle était plus faible pour le premier régime (rapport de 0,61) et ne différait pas significativement pour les trois autres traitements. Le rapport optimal thréonine/lysine est donc voisin de 72% pour la truie en gestation. Les résultats des deux expériences ont été utilisés pour déterminer, par l'approche factorielle, les besoins en lysine et en thréonine de la truie en gestation.

Determination of lysine and threonine requirements in the gestating sow.

Two experiments were conducted in order to investigate the lysine and threonine requirements of gestating sows. In the first experiment, four levels of lysine (from 0.34 to 0.56% crude lysine) were compared on 8 multiparous sows. Each sow received successively the four diets according to a latin-square experimental design. Nitrogen balance was measured over 11 days after a 10-d period of adaptation to the experimental diet. In the second experiment four threonine/lysine ratios (from 0.61 to 0.87) were compared on 16 multiparous sows, according to a similar experimental procedure. The ileal digestibility of amino acids in the eight experimental diets was measured on ileo-rectal anastomized growing pigs. In the first experiment, nitrogen retention increased linearly with the lysine content of the diet. Maximal retention was obtained when crude lysine and digestible lysine contents exceeded 0.48 and 0.38%, respectively. The efficiency of digestible lysine above maintenance amounted to 65%. In the second experiment, nitrogen retention was significantly affected by the threonine/lysine ratio. It was lower with the first diet (treonine/lysine ratio = 0.61), whereas it did not differ among the three others treatments. Thus, the optimal threonine/lysine ratio appeared to be about 0.72 for gestating sows. The results from both experiments were used to evaluate the lysine and threonine requirements according to a factorial approach.

INTRODUCTION

La majorité des études sur les besoins en acides aminés de la truie en gestation ont été conduites il y a plus de dix ans sur des animaux moins performants que ceux utilisés actuellement dans les élevages. Leurs besoins de production étaient limités à cause d'une taille de portée et d'un poids des porcelets plus faibles et leurs dépenses d'entretien réduites en raison d'un poids adulte moins élevé. De plus, l'étude le la bibliographie montre que très peu de résultats sont disponibles (seulement une à deux études pour la plupart des acides aminés), ce qui conduit à une imprécision importante dans les recommandations.

Cependant, cette situation a généralement eu peu de répercussions pratiques dans la mesure où, pendant longtemps, des régimes mixtes "gestation-lactation", suffisamment pourvus en acides aminés pour couvrir largement les besoins protéiques de gestation ont été utilisés. Des études plus récentes sur les besoins en acides aminés en lactation (ÉTIENNE et al., 1989) ont montré que ces régimes "mixtes" étaient souvent insuffisamment pourvus en acides aminés pour couvrir les besoins de lactation. D'autre part, des travaux ont été conduits sur la réduction préventive des rejets azotés des animaux par une meilleure adéquation des apports protéiques aux besoins. Dans le cas de la truie reproductrice, ils montrent que cette réduction passe par la distribution d'un régime à faible teneur en protéines en gestation (DOURMAD et HENRY, 1993).

Ces différents éléments nous amènent à reconsidérer les besoins en protéines et en acides aminés en gestation et leurs facteurs de variation (stade de gestation, poids de la truie, performances ...), ainsi que l'équilibre optimal entre les différents acides aminés pour cette période. En effet, on utilise en pratique pour la formulation des régimes de gestation aussi bien les ratios recommandés pour le porc en croissance (protéine idéale pour la croissance, SÈVE, 1994) que ceux calculés à partir des recommandations pour la gestation (ARC, 1981; NRC, 1988; INRA, 1989). Ceci peut conduire à des écarts importants, en particulier pour la thréonine dont le ratio par rapport à la lysine est de 60 à 65% dans le premier cas, et de 70 à 85% dans le second.

L'objectif principal de ce travail est de préciser les besoins en acides aminés de la truie en gestation en proposant les bases d'une démarche factorielle de détermination des besoins. Dans un premier temps, nous nous limiterons à la lysine et à la thréonine, la lysine étant généralement l'acide aminé limitant primaire des régimes pour le porc, et la thréonine présentant un intérêt particulier dans la mesure où elle intervient de façon importante dans les dépenses d'entretien.

1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

1.1. Dispositif expérimental

Deux expériences ont été réalisées. Dans la première, quatre niveaux d'apport de lysine ont été comparés sur huit truies multipares gravides selon un schéma expérimental en carré latin : 4 régimes x 4 truies x 4 périodes de mesure du bilan azoté. Deux répétitions du carré latin ont donc été réalisées pour cette expérience. Dans la seconde expérience, quatre rapports thréonine / lysine ont été comparés en utilisant le même dispositif expérimental que précédemment, mais sur 16 truies au total (4 répétitions du carré latin). Les truies recevaient successivement chacun des régimes expérimentaux pendant 21 jours (11 j d'adaptation au régime suivis de 10 j de mesure de bilan).

La digestibilité iléale des acides aminés des régimes expérimentaux a été déterminée sur 5 porcs en croissance (50 kg de poids vif en moyenne) selon la technique du shunt iléo rectal (LAPLACE et al, 1985).

1.2. Composition des régimes expérimentaux

Tableau 1 - Composition des régimes expérimentaux et résultats d'analyses.

	Expérience 1	**Expérience 2**
Composition, g/kg		
Blé	308,77	400,00
Maïs	450,00	-
Orge	-	343,35
Mélasse de betterave	30,00	30,00
Fibres de pulpes	65,00	
Pulpe de betterave	-	60,00
Gluten de maïs	100,00	-
Amidon de maïs		111,00
Phosphate bicalcique	17,00	17,00
Carbonate de calcium	11,00	9,30
Sel	4,50	4,50
COV 1300	10,00	10,00
Tryptophane	0,26	0,05
DL-méthionine	-	0,37
Isoleucine	-	0,69
Valine	-	0,66
L-thréonine	0,41	(2)
L-lysine HCl	(1)	1,85
Résultats d'analyses, %		
Matière sèche	87,8	87,9
Matières azotées	14,3	9,3
Matières minérales	4,89	5,71
Matières grasses	2,36	3,55
Cellulose brute	3,30	53,3
Énergie brute, Kcal / kg	3835	3655
Énergie digestible, Kcal / kg	3438	3174
Énergie métabolisable, Kcal / kg	3278	3078
EM/ED	95,4	97,0

(1) Dans la première expérience la teneur en lysine totale était respectivement de 0,339 ; 0,417 ; 0, 480 et 0,559% pour les traitements 1, 2, 3 et 4 et la digestibilité iléale standardisée de la lysine de 71, 76, 79 et 81%.

(2) Dans la seconde expérience la teneur en thréonine totale était respectivement de 0,27 ; 0,30 ; 0,34 et 0,37% pour les traitements 1, 2, 3 et 4 et la digestibilité iléale standardisée de la thréonine 67, 72, 74 et 75%.

Tableau 2 - Teneurs en acides aminés des régimes expérimentaux, résultats d'analyses (% de l'aliment) et digestibilité iléale standardisée (%).

	Expérience 1		Expérience 2	
	Teneur %	**Digestibilité iléale** %	**Teneur** %	**Digestibilité iléale** %
Matière sèche	88,0	-	88,0	-
Thréonine	0,47	81,0	0,32	72,0
Méthionine	0,31	87,5	0,16	88,0
Cystine	0,27	83,8	0,17	79,3
Tryptophane	0,12	73,8	0,10	74,0
Arginine	0,49	86,0	0,35	79,0
Histidine	0,33	85,5	0,17	77,5
Isoleucine	0,45	83,8	0,34	79,8
Leucine	1,63	91,0	0,54	81,3
Phénylalanine	0,69	88,3	0,37	84,5
Tyrosine	0,46	88,3	0,21	80,0
Valine	0,58	79,5	0,46	76,8
Lysine	(1)	(1)	0,42	78,5
Thréonine	0,47	81,0	(2)	(2)

(1) Dans la première expérience la teneur en lysine totale était respectivement de 0,339 ; 0,417 ; 0, 480 et 0,559% pour les traitements 1, 2, 3 et 4 et la digestibilité iléale standardisée de la lysine de 71, 76, 79 et 81%.

(2) Dans la seconde expérience la teneur en thréonine totale était respectivement de 0,27 ; 0,30 ; 0,34 et 0,37% pour les traitements 1, 2, 3 et 4 et la digestibilité iléale standardisée de la thréonine 67, 72, 74 et 75%.

Dans la première expérience, le régime de base était constitué de blé, de maïs, de gluten de blé et de fibres de pulpes de betteraves. Ce régime était enrichi en lysine par l'incorporation de L-lysine HCl en substitution à de la glycine. Les teneurs en lysine totale était respectivement de 0,34; 0,41; 0,48 et 0,56% pour les régimes 1, 2, 3 et 4. La composition des régimes expérimentaux et les résultats d'analyses sont rapportés au tableau 1. Les teneurs en acides aminés des régimes et leur digestibilité iléale sont présentés au tableau 2.

Les régimes de la seconde expérience ont été formulés à partir des résultats du premier essai, de sorte que l'apport de lysine soit toujours légèrement limitant, le rapport optimal thréonine/lysine étant ainsi atteint lorsque la rétention azotée n'augmente plus avec la teneur en thréonine de l'aliment. Le régime de base était constitué principalement de blé, d'orge, d'amidon de maïs et de pulpe de betteraves. Il contenait également de la méthionine, de l'isoleucine, de la valine et du tryptophane apportés sous forme libre, afin que ces acides aminés ne soient pas limitants (NRC, 1988; INRA 1989). Ce régime de base était enrichi en thréonine par l'incorporation de L-thréonine en substitution à du monoglutamate de Na. La composition des régimes expérimentaux et les résultats d'analyses sont rapportés au tableau 1. Les teneurs en acides aminés des régimes et leur digestibilité iléale sont présentés au tableau 2. Le rapport thréonine/lysine était respectivement de 0,61; 0,71; 0,77 et 0,87 pour les régimes 1, 2, 3 et 4.

Dans les deux expériences, le niveau alimentaire était fixé à 2,75 kg/j et la ration journalière était distribuée en deux repas (8h30 et 16h00) sous forme de granulés. L'eau était disponible à volonté.

1.3. Mesures sur animaux

Pour chaque période de bilan, les urines et les fèces étaient collectées en totalité chaque jour, l'urine étant recueillie sur acide sulfurique au moyen d'une sonde vésicale maintenue en place pendant les 10 jours de mesure. Sur des échantillons d'aliments représentatifs de la consommation des truies et de fèces, les taux de matière sèche et de matière organique, et les teneurs en azote et en énergie ont été déterminés. La teneur en azote de l'urine était mesurée sur des échantillons frais et sa teneur en énergie sur un échantillon lyophilisé.

Les truies étaient pesées au début et à la fin de chaque période de collecte. À l'abattage des truies vers 112 j de gestation, l'utérus était disséqué et les porcelets et les annexes placentaires pesés de façon à déterminer le gain de poids net de la truie.

1.4. Calculs statistiques

Les résultats obtenus ont été testés par analyse de variance (GLM, SAS 1990). Le modèle statistique incluait les effets de la truie, de la période de collecte et du régime expérimental. Pour les résultats de rétention azotée la quantité d'azote absorbé a été introduite comme covariable dans le modèle statistique.

2. RÉSULTATS

2.1. Expérience 1

La consommation des régimes expérimentaux par les animaux a été conforme au protocole expérimental, mis à part un refus ponctuel observé sur une truie du lot 2 (tableau 3). Aussi, les apports journaliers d'énergie digestible et d'énergie métabolisable sont identiques pour les quatre traitements : 9,43 Mcal ED/j et 8,99 Mcal EM/j en moyenne. Conformément au protocole l'apport journalier de lysine augmente de façon linéaire du traitement 1 au traitement 4, soit respectivement 9,3 , 11,3 , 13,2 et 15,4 g/j pour les traitements 1, 2, 3 et 4. Pour les autres acides aminés, les apports sont identiques dans les différents traitements.

La prolificité des truies est de 12,8 porcelets pesant en moyenne 1,44 kg à 112 j de gestation, soit un poids total de portée de 18,5 kg. Le poids vif moyen des truies au moment de la mesure du bilan azoté est identique dans les quatre traitements (247 kg). Il augmente significativement avec le stade de gestation, de 228 kg pour la première période à 265 kg pour la dernière.

Les quantités journalières d'azote ingéré et absorbé sont respectivement de 62,1 et 54,9 g, le coefficient d'utilisation digestive de l'azote étant en moyenne de 88,4% (tableau 3). La rétention azotée journalière est influencée de façon significative par la teneur en lysine du régime ($P < 0,001$, tableau 3). Elle augmente avec l'apport de lysine, la rétention maximale étant atteinte dès le traitement 3. Le coefficient de rétention azotée (CRN : 100 x N retenu / N absorbé) augmente aussi avec la teneur en lysine du régime pour atteindre 26,5% avec les régimes 3 et 4.

Tableau 3 - Résultats des bilans énergétiques et azotés (Expérience 1)

	Régime				**Etr** (1)	**Régime**
	1	**2**	**3**	**4**		
Nombre de truies	8	8	8	8		
Poids moyen, kg	247	247	247	246		
Aliment, kg/j	2,75	2,74	2,75	2,75		
ED, Mcal/j	9,42	9,43	9,37	9,48		
EM, Mcal/j	8,97	8,99	8,95	9,07		
Lysine, g/j	9,3	11,3	13,2	15,4		
Bilan azoté, g/j						
N ingéré	62,6	62,3	61,5	61,9		
N retenu	8,0a	11,9b	14,5c	14,7c	1,8	***
CUDN, %	88,0	88,2	88,6	88,6	0,4	ns
CRN, %	14,5a	21,6b	26,5c	26,7c	3,3	***
Utilisation de la lysine						
Lysine digestible vraie, g/j	6,56	8,55	10,52	12,47	-	-
Besoins d'entretien, g/j	2,24	2,24	2,24	2,23	0,02	ns
Lysine fixée, g/j	2,83a	4,23b	5,17c	5,23c	0,65	***
Rendement d'utilisation, % (2)	69,5a	67,5a	62,4a	51,1b	7,9	**

(1) Etr : Écart-type résiduel
(2) Rendement = 100 x lysine fixée / (lysine digestible - besoins d'entretien)

À partir des résultats moyens obtenus pour les régimes 1 à 3, on peut calculer par régression linéaire que la rétention azotée journalière augmente de 1,66 g par g de lysine digestible supplémentaire (figure 1). Ces résultats peuvent être utilisés pour estimer le rendement d'utilisation de la lysine digestible. Pour cela, on a fait l'hypothèse que les protéines déposées en gestation contenaient 6,7% de lysine en moyenne (EVERTS et al., 1994) et tenu compte d'une surestimation de la rétention azotée de 15% pour la méthode de mesure par le bilan azoté (JUST et al. 1982; QUINIOU et al., 1995). La rétention journalière de lysine augmente alors de 0,59 g par g de lysine digestible supplémentaire, et est nulle pour un apport de 1,6 g de par jour (figure 2). Ceci correspond à un besoin d'entretien pour la lysine légèrement inférieur à la valeur de 2,2 g que l'on peut calculer à partir des résultats de FULLER et al. (1989) en fonction du poids métabolique des animaux (36 mg / kg $PV^{0.75}$). Si l'on retient cette valeur comme besoin d'entretien on obtient alors un rendement de la lysine digestible d'environ 65% (figure 2, tableau 3) lorsque l'apport est inférieur au besoin.

2.2. Expérience 2

La consommation des régimes expérimentaux par les animaux a été conforme au protocole expérimental (tableau 4). Les apports journaliers d'énergie digestible et d'énergie

Figure 1 - Influence de l'apport de lysine digestible sur la rétention azotée en gestation

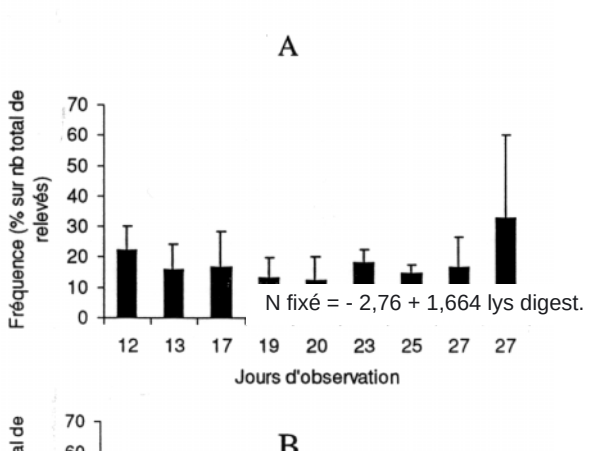
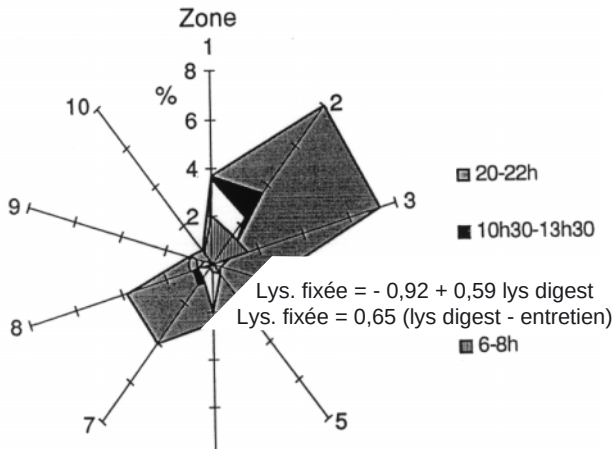


Figure 2 - Influence de l'apport de lysine digestible sur la rétention de lysine en gestation



métabolisable sont identiques pour les quatre traitements : 8,70 Mcal ED/j et 8,43 Mcal EM/j en moyenne. L'apport journalier de thréonine augmente de façon linéaire du traitement 1 au traitement 4, soit respectivement 7,4 , 8,3 , 9,2 et 10,2 g/j pour les traitements 1, 2, 3 et 4. Pour les autres acides aminés, les apports sont identiques dans les différents traitements.

La prolificité des truies s'élève à 12,1 porcelets, leur poids moyen mesuré à 113 j de gestation étant de 1,54 kg, soit un poids total de portée de 18,6 kg. Le poids vif moyen des truies au moment de la mesure du bilan azoté est identique pour les quatre traitements (239 kg). Il augmente significativement avec le stade de gestation, de 219 kg pour la première période à 259 kg pour la dernière.

Les quantités journalières d'azote ingéré et absorbé sont respectivement de 40,4 et 32,5 g, le coefficient d'utilisation digestive de l'azote étant en moyenne de 80,4% (tableau 4). La rétention azotée journalière est influencée de façon significative par la teneur en thréonine du régime ($P < 0,05$; tableau 4). Elle est la plus faible pour le régime présentant la teneur la plus faible en thréonine, alors qu'elle ne diffère pas entre les trois autres. De même, le coefficient de rétention azotée est plus faible pour le régime 1 (36%) que pour les régimes 2, 3 et 4 (40,8%).

Dans les deux expériences des variations significatives de rétention azotée ont été observées avec le stade de gestation, la rétention journalière étant en moyenne de 10,7; 11, 9 ; 13,5 et 14,8 g aux quatre stades successifs de mesure.

Tableau 4 - Résultats des bilans énergétiques et azotés (Expérience 2)

	Régime				**RSD**	**Régime**
	1	**2**	**3**	**4**		
Nombre de truies	16	16	16	16		
A.A totaux						
Lysine, g/j	11,8	11,4	11,5	11,4		
Thréonine, g/j	7,4	8,3	9,2	10,2		
Thréonine/lysine, %	0,63	0,73	0,80	0,89		
A.A digestibles						
Lysine, g/j	9,2	8,9	9,1	8,8		
Thréonine, g/j	5,6	6,3	7,0	7,7		
Thréonine/lysine, %	0,61	0,71	0,77	0,87		
Aliment, kg/j	2,74	2,75	2,74	2,75		
Poids moyen, kg	240	240	237	239	2,8	ns
ED, Mcal/j	8,71	8,74	8,60	8,75	0,10	ns
EM, Mcal/j	8,45	8,48	8,32	8,48	0,10	ns
Bilan azoté						
N ingéré, g/j	40,5	40,2	40,3	40,4	0,5	ns
N retenu, g/j	11,6a	13,2b	13,4b	13,2b	1,7	*
CUDN, %	80,1	80,7	80,4	80,3	0,9	ns
CRN, %	36,0a	40,8b	41,3b	40,3b	5,2	*

3. DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Les bilans azotés mettent en évidence une réponse à l'apport de lysine jusqu'à 0,48% de lysine totale et 0,38% de lysine digestible. L'amélioration du coefficient de rétention azotée (CRN) confirme cette évolution. Pour ce type d'animal, le besoin en lysine en gestation apparaît donc légèrement supérieur à celui retenu par le NRC (1988) ou l'INRA (1989) (0,40% de lysine totale). Lorsque le besoin est exprimé en g/jour, l'écart par rapport aux recommandations antérieures est encore plus important compte tenu des différences de niveau alimentaire : 13,2 g/j pour la présente étude contre respectivement 10 g/j et 8,2 g/j pour les recommandations INRA (1989) et NRC (1988). Cette évolution s'explique sûrement par des performances zootechniques (prolificité, poids de portée) plus élevées que celles observées dans les études antérieures qui ont servi de base aux recommandations actuelles (SALMON-LEGAGNEUR et DUEE, 1972; RIPPEL et al., 1965a; DUÉE et RÉRAT, 1974; WOERMAN et SPEER, 1976). Plus récemment KUSINA et al. (1995) ont comparé, sur des truies primipares, trois niveaux d'apports de protéines en gestation correspondant à des apports de lysine de 4, 8 et 16 g par jour. Au cours de la lactation suivante la production laitière augmentait avec l'apport de lysine en gestation, et les auteurs concluaient à un besoin supérieur aux recommandations du NRC (1988).

La valeur du besoin d'entretien estimée à partir de nos résultats est légèrement inférieure à celle généralement retenue chez le porc en croissance (FULLER et al., 1989). Cependant, l'absence de régime à très faible teneur ou totalement dépourvu de lysine dans notre essai limite la précision de l'estimation du besoin d'entretien. Aussi, dans le cadre d'une démarche factorielle de détermination des besoins, il nous semble préférable de retenir comme besoin d'entretien en lysine la valeur de 36 mg/kg0.75 proposée par FULLER et al. (1989), et la valeur de 65% calculée à partir de nos résultats sur la base de ce besoin d'entretien, pour le rendement d'utilisation de la lysine.

Le rapport optimal thréonine / lysine obtenu dans notre expérience s'élève respectivement à 0,71 et 0,73 sur la base des teneurs digestibles (standardisé) ou totales. Ces valeurs sont supérieures à celle généralement retenue pour la protéine idéale chez le porc en croissance (60 à 65%). Elles sont voisines de la valeur de 70% recommandée par le NRC (1988) et légèrement inférieures celle proposée par l'ARC (1981) (84%) pour la truie en gestation. Sur la base des résultats des deux expériences, le besoin en thréonine totale pour le type d'animal considéré s'élèverait donc à 0,35 % du régime, ou encore à 9,5 g/j. Peu de résultats sur le besoin en thréonine en gestation sont disponibles dans la bibliographie et selon les auteurs, la teneur permettant de maximiser la rétention azotée varie de 0,30 à 0,36% du régime (RIPPEL et al., 1965b; DUÉE, 1977; LEONARD et SPEER, 1983 et CUARON et al. 1984), soit des valeurs assez proches de celle que nous obtenons. L'étude conduite par DUÉE (1977) sur des truies primipares montrait également un effet de l'apport de thréonine en gestation sur la production de lait au cours de la lactation suivante, d'une façon similaire aux effets observés par KUSINA et al. (1995) dans le cas de la lysine, et sur cette base il recommandait un apport journalier d'au moins 8,4 g de thréonine.

Les résultats de notre expérience peuvent également être utilisés pour déterminer par l'approche factorielle les besoins en lysine et en thréonine de la truie en gestation. Dans cette approche la rétention azotée est déterminée en fonction du stade de gestation, du numéro de portée et de l'apport énergétique à l'aide de la relation établie par DOURMAD et al. (1998). Le besoin en acides aminés augmente avec le stade de gestation parallèlement à l'augmentation de la rétention azotée (tableau 5). Ainsi, en fin de gestation (105 jours), le besoin en lysine digestible est de 12 à 13 g/j, contre seulement 7 à 9 g/j à 30 jours de gestation. Le besoin journalier est peu influencé par le numéro de portée. Mais en raison d'un niveau alimentaire généralement plus élevé chez les truies multipares, le besoin relatif est plus faible pour cette catégorie d'animaux.

Tableau 5 - Estimation des besoins en lysine et en thréonine de la truie en gestation.

	Primipare		**Multipare**	
Poids à la saillie, kg **Niveau alimentaire**, kg/j **Apport énergétique**, kcal ED/j **Taille de portée**	140 2,6 7700 11,5		220 2,8 8500 13,5	
Stade de gestation	30 j	105 j	30 j	105 j
Rétention azotées, g/j	11,5	16,9	8,5	14,4
Besoin en lysine digestible besoin journalier, g teneur dans l'aliment, %	 8,7 0,35	 13,0 0,50	 7,2 0,26	 11,5 0,41
Rapport thréonine / lysine	72%		72%	

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les sociétés SANOFI et EUROLYSINE pour leur soutien financier à cette étude. Nous remercions également Mme EUDAIMON pour les analyses d'acides aminés.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- A.R.C., 1981. The Nutrient Requirement of Pigs. p. 50. Commonwealth Agricultural Bureau; Slough.
- CUARON J.A., CHAPPLE R.P., EASTER R.A., 1983. J. Anim. Sci., 58, 631-637.
- DOURMAD J.Y., NOBLET J., PÈRE M.C., ÉTIENNE M., 1998. Mating, pregnancy and prenatal growth in: I. KYRIAZAKIS (Ed) A Quantitative biology of the pig. CAB International, Wallingford UK (in press).
- DOURMAD J.Y., HENRY Y., 1994. INRA Prod. Anim., 7(4), 263-274.
- DUÉE P.H., 1977. Threonine requirement of pregnant gilts. in: Vth International Symposium on amino acids. Budapest February 1977.
- DUÉE P.H., RÉRAT A., 1974. Journées Rech. Porcine en France, 6, 49-56.
- ÉTIENNE M., NOBLET J., DOURMAD J.Y., FORTUNE H., 1989. Journées Rech. Porcine en France, 21, 101-108.
- EVERTS H., 1994. Nitrogen and energy metabolism of sows during several reproductive cycles in relation to nitrogen intake. Thesis, University of Wageningen, the Netherlands.
- FULLER M.F., MacWILLIAM R., WANG T.C.,GILES R., 1989. Br. J. Nutr., 62: 255-67.
- INRA, 1989. L'alimentation des animaux monogastriques. INRA (Ed), Paris, 282 p.
- JUST A., FERNANDEZ J. A., JORGENSEN H., 1982. Nitrogen balance studies and nitrogen retention. In: J. P. LAPLACE, T. CORRING, A. RÉRAT (Ed.). Digestive Physiology in the pig. Colloques de L'INRA 12, 111-122.
- KUSINA J., PETTIGREW J.E., SOWER A.F., CROOKER B.A., WHITE M.E., HATHAWAY M.R., FIAL G.D., 1995. J. Anim. Sci., 73 supplement 1, 85.
- LAPLACE J.P., DARCY-VRILLON B., PICARD M., 1985. Journées Rech. Porcine en France, 17, 353-370.
- LEONARD R.P., SPEER V.C., 1983. J. Anim. Sci., 56, 1345-
- NRC, 1988. Nutrient Requirements of Swine. Ninth Revised Edition. National Academy Press, Washington, DC.
- QUINIOU N., DUBOIS S., NOBLET J., 1995. Livest. Prod. Sci. 41:51-61.
- RIPPEL R.H., HARMON B.G., JENSEN A.H., NORTON H.W., BECKER D.E., 1965a. J. Anim. Sci., 24, 373-377.
- RIPPEL R.H., HARMON B.G., JENSEN A.H., NORTON, H.W., BECKER D.E., 1965b. J. Anim. Sci., 24, 378-382.
- SALMON-LEGAGNEUR E., DUÉE P.H., 1972. Journées Rech. Porcine en France, 4, 157-161.
- SAS. 1990. SAS User's Guide: Statistics SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- SÈVE B., 1994. INRA Prod. Anim., 7, 275-291.
- WOERMAN R.L., SPEER V.C., 1976. J. Anim. Sci., 43, 114-120.