

# Incidence zooteknique de la teneur en lysine digestible par unité d'énergie nette de l'aliment distribué entre 12 et 25 kg de poids vif

Didier GAUDRÉ (1), Laurent LE BELLEGO (2), Robert GRANIER (3), Virginie ERNANDORENA (3), Nathalie QUINIOU (1)

(1) IFIP - Institut du porc, BP 35104, 35601 Le Rheu Cedex

(2) Ajinomoto Eurolysine SAS, 153 rue de Courcelles, 75817 Paris Cedex 17

(3) IFIP - Institut du porc, station expérimentale porcine, 12200 Villefranche de Rouergue

*didier.gaudre@ifip.asso.fr*

*avec la collaboration technique du personnel de la station IFIP de Villefranche de Rouergue*

## Incidence zooteknique de la teneur en lysine digestible par unité d'énergie nette de l'aliment distribué entre 12 et 25 kg de poids vif

Les effets de la modification du ratio lysine/énergie de l'aliment distribué entre 12 et 25 kg de poids vif sont évalués sur 360 porcelets. Quatre ratio exprimés sous la forme du rapport entre la teneur en lysine digestible (g) et la concentration en énergie nette (MJ) de l'aliment sont comparés : 1,0, 1,1, 1,2 et 1,3 g/MJ EN. La concentration énergétique des aliments expérimentaux est identique (9,7 MJ EN). Le profil en acides aminés essentiels et secondaires, exprimé en pourcentage de la teneur en lysine digestible est le suivant : méthionine 30, méthionine + cystine 60, thréonine 65, tryptophane 22, isoleucine 60 et valine 65. Afin de respecter ces rapports pour les aliments à teneur la plus élevée en lysine, le taux de matières azotées totales des aliments est supérieur à 20 %.

La vitesse de croissance augmente significativement entre 1,0 et 1,1 g de lysine digestible par MJ EN puis varie non significativement entre 1,1 et 1,3 g/MJ EN. Les écarts de croissance semblent plus marqués pour les femelles en relation peut être avec leur potentiel de dépôt musculaire plus élevé. L'indice de consommation est significativement diminué de 4 % lorsque le ratio augmente de 1,0 à 1,1 g/MJ EN, puis reste constant entre 1,1 et 1,2 g/MJ EN, et enfin diminue encore de 5 % entre 1,2 et 1,3 g/MJ EN.

Ces résultats confirment la possibilité de recommander 1,2 g de lysine digestible par MJ EN dans l'aliment de 2<sup>ème</sup> âge. Un ratio plus faible conduit à une détérioration des performances, alors qu'un ratio plus élevé, même s'il peut améliorer les performances, est actuellement difficile à concevoir dans le cadre d'aliments restreints sur le plan de leur teneur en protéines.

## Effects of digestible lysine to net energy ratio over the 12-25 kg bodyweight range on weanling pigs' growth performance.

The effects of digestible lysine to net energy ratio were assessed using 360 piglets over the 12-25 kg bodyweight range. Four digestible lysine/net energy ratios were compared: 1.0, 1.1, 1.2 et 1.3 g/MJ. Dietary net energy level was equalized for all diets (9.7 MJ EN/kg). Digestible amino acids contents were in agreement with the ideal protein profile. For each diet, methionine, methionine + cystine, threonine, tryptophan, isoleucine and valine supplies were 30, 60, 65, 22, 60 and 65, respectively, relatively to the digestible lysine content. In order to respect those ratios at high lysine level, diet protein content was higher than 20 %.

Average daily gain increased significantly when digestible lysine to net energy ratio increased from 1.0 to 1.1 g/MJ. Thereafter, its variation was not significant between 1.1 and 1.3 g/MJ. Effect seemed more pronounced on gilts, probably in connection with their higher potential for protein accretion. Feed conversion ratio was significantly improved by 4 % between 1.0 et 1.1 g/MJ EN and remained constant between 1.1 and 1.2 g/MJ EN. It decreased by 5 % between 1.2 and 1.3 g/MJ EN.

According to these results, digestible lysine to net energy ratio 1.2 g/MJ is to be recommended in diets for piglets over the 12-25 kg bodyweight range. A lower ratio induces an alteration of growth performance. On the opposite, a higher ratio even it improves further performance, may not be applicable because, in such a case, dietary protein levels would exceed limit values proposed for environmental considerations.

## INTRODUCTION

La détermination du ratio optimal entre teneur en lysine et concentration en énergie de l'aliment distribué en post-sevrage a fait l'objet d'un nombre limité d'études. Les recommandations proposées par l'IFIP - Institut du porc s'appuient principalement sur les travaux de Gatel et al. (1990). L'établissement d'une recommandation de ce type doit nécessairement tenir compte de la teneur en acides aminés essentiels représentés par la méthionine, la cystine, la thréonine et le tryptophane au risque de voir apparaître, avant la lysine, une déficience en l'un ou l'autre de ces acides aminés (Henry, 1995). Or les publications sur ce sujet ne précisent pas toujours si l'équilibre entre acides aminés tel que défini par le concept de protéine idéale est respecté. Depuis une dizaine d'années, les systèmes d'appréciation des besoins des porcs et des apports par les matières premières, que sont l'énergie nette et la digestibilité idéale standardisée des acides aminés se sont largement répandus. Notre recommandation s'appuie donc pour l'essentiel sur des travaux antérieurs à l'apparition de ces systèmes. Pour ces raisons, mais également compte tenu de l'évolution du potentiel génétique des animaux, il convenait de conduire un essai destiné à comparer l'incidence zootechnique de différents ratios lysine/énergie représentant une plage de variation étendue de ce critère.

### 1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

L'essai a été réalisé au cours du 1<sup>er</sup> trimestre 2006. Les porcelets appartiennent à la même bande de sevrage et sont issus d'un croisement entre truies provenant du schéma de sélection PIC et de verrats de type génétique P76.

#### 1.1. Dispositif expérimental

L'essai porte sur la période dite de 2<sup>ème</sup> âge des porcelets, soit de 12 à 25-30 kg de poids vif. La mise en lots est effectuée au sevrage sur un effectif total de 360 porcelets. Elle tient compte du poids vif individuel et du sexe. Deux salles de post-sevrage sont utilisées, chacune étant équipée de 12 cases d'une capacité de 15 porcelets. Les porcelets de même sexe sont affectés à la même salle. Trois blocs sont constitués selon le poids vif individuel des porcelets : léger, moyen et lourd. Un bloc est constitué de 4 cases de mâles castrés et de 4 cases de femelles, auxquelles sont affectés 4 traitements correspondants aux ratios de 1,0 (T1), 1,1 (T2), 1,2 (T3) et 1,3 (T4) g de lysine digestible par MJ d'énergie nette. La conduite de l'ambiance est identique pour les 2 salles de post-sevrage. La température moyenne diminue progressivement de 27 à 24°C.

#### 1.2. Conduite alimentaire et composition des aliments

Tous les aliments sont distribués à volonté au nourrisseur. L'aliment consommé après le sevrage est un aliment de type 1<sup>er</sup> âge. La quantité de cet aliment attribuée par porcelet, est déterminée par la différence entre 14 et le poids moyen de la case au sevrage. Lorsque cette quantité a été consommée, les aliments expérimentaux sont introduits dans les nourrisseurs.

Les aliments expérimentaux de 2<sup>ème</sup> âge sont iso-énergétiques sur la base de 9,7 MJ d'énergie nette par kg, soit une valeur classique pour ce type d'aliment (Tableau 1). Les ratios lysine/énergie comparés sont respectivement de 1,0, 1,1, 1,2 et 1,3 g de lysine digestible par MJ d'énergie nette (LYSd/EN). Ce choix permet d'envisager des rapports suffisamment éloignés de la recommandation actuelle de l'IFIP - Institut du porc égale à 1,2 g de lysine digestible par MJ d'énergie nette. Compte-tenu de la teneur en énergie nette retenue, la teneur en lysine digestible est, respectivement pour T1, T2, T3 et T4, de 9,70, 10,65, 11,65 et 12,60 g par kg d'aliment.

Le profil en acides aminés essentiels est déterminé de manière à ne pas engendrer de déficience protéique. Ainsi, les teneurs en acides aminés digestibles exprimées en pourcentage de la teneur en lysine digestible respectent les minima suivants : 30 % pour la méthionine, 60 % pour l'ensemble méthionine plus cystine et 65 % pour la thréonine. Afin de s'assurer d'un apport non limitant en tryptophane, le pourcentage pour cet acide aminé est fixé à 22 % (Castaing et al, 2002). De même, il a été tenu compte des teneurs en isoleucine et valine, avec des minima égaux à, respectivement, 60 et 65 % de la teneur en lysine digestible. Afin de satisfaire à ces ratios minima, et compte tenu du fait que nous ne disposons pas d'isoleucine et de valine sous forme d'acide aminé libre, le taux de protéines des aliments expérimentaux n'est pas limité, et se retrouve compris entre 20,0 et 20,5 %. Il faut noter que la teneur en valine digestible de l'aliment à 1,3 g de lysine digestible par MJ d'énergie nette, est légèrement inférieure aux recommandations du NRC (1998) et de Sève (1994) égales, respectivement, à 68 et 70 %. Pour y parvenir, il était nécessaire d'atteindre un taux de protéines de 22 %. Or, le taux de 20 % était déjà jugé relativement élevé à ce stade physiologique, en regard de la pratique actuelle.

Les aliments expérimentaux ne diffèrent que par le taux d'introduction des acides aminés de synthèse. Ils sont établis sur la base de 3 céréales : blé, orge et maïs. Le tourteau de soja et les acides aminés de synthèse complètent l'apport protéique, l'huile de soja l'apport énergétique. Le carbonate de calcium, le phosphate bi-calcique et le chlorure de sodium permettent de satisfaire les besoins en calcium, phosphore et sodium. Un pré-mélange d'oligo-éléments et de vitamines est également introduit à hauteur de 5 kg/T. Celui-ci assure un apport de 750 unités phytasiques de 6-phytase par kg d'aliment. Le calcul de la teneur en phosphore digestible de l'aliment est effectué en considérant que cette dose est équivalente à 500 unités phytasiques de 3-phytase, ce qui représente une équivalence de 0,75 g de phosphore digestible par kg d'aliment.

La teneur en phosphore digestible est déterminée en utilisant les coefficients de digestibilité avec phytase endogène (dPPhy) proposés par les tables INRA (2004) pour chaque matière première. Cette teneur est de 3,5 g de phosphore digestible pour les quatre aliments expérimentaux.

Des échantillons de chaque aliment expérimental sont prélevés en sortie de mélangeuse pour analyse de la conformité des fabrications. Un premier laboratoire d'analyses réalise les dosages suivants : matière sèche, cellulose brute, cendres

**Tableau 1** - Composition et caractéristiques nutritionnelles des aliments expérimentaux

Traitement	T1	T2	T3	T4
<b>Lysine digestible (g par MJ EN)</b>	<b>1,0</b>	<b>1,1</b>	<b>1,2</b>	<b>1,3</b>
<b>Composition (kg/t)</b>				
Orge	251	251	251	250
Maïs	165	164	163	162
Blé	256	256	255	255
Tourteau de soja	284	283	282	281
Carbonate de calcium	14,7	14,8	15,0	15,3
Phosphate bi-calcique	11,8	11,8	11,8	11,8
Huile de soja	8	8	8	8
Complément oligo-vitamines	3,9	3,9	3,9	3,9
Sel	4	4	4	4
Lysine HCl	0,9	2,1	3,4	4,6
DL Méthionine	0,40	0,55	1,15	1,75
L Thréonine	0,30	0,65	1,35	2,70
L Tryptophane	0	0,20	0,40	0,65
<b>Caractéristiques nutritionnelles <sup>1</sup></b>				
Matières azotées totales (%)	20,1	20,2	20,3	20,5
Cendres (%)	6,1			
Cellulose brute (%)	3,8			
Matières grasses (%)	2,8			
Énergie nette (MJ/kg)	9,7			
Calcium (g/kg)	10,1	10,1	10,2	10,3
Phosphore (g/kg)	5,9			
Phosphore digestible (g/kg)	3,5			
<b>Acides aminés (g/kg)</b>				
Lysine	11,0	11,9	12,9	13,9
Lysine digestible	9,7	10,7	11,7	12,6
Méthionine	3,4	3,6	4,2	4,7
Méthionine + Cystine	7,1	7,2	7,8	8,4
Thréonine	7,7	8,0	8,7	9,3
Tryptophane	2,5	2,7	2,9	3,1
Isoleucine	8,5	8,5	8,5	8,5
Valine	9,5	9,5	9,5	9,5
<b>Acides aminés digestibles en % de la lysine digestible</b>				
Méthionine	32	31	33	35
Méthionine + Cystine	65	60	60	60
Thréonine	68	65	65	65
Tryptophane	22	22	22	22
Isoleucine	78	71	65	60
Valine	85	78	71	65

<sup>1</sup> Tables INRA-AFZ (2004) et tables d'alimentation pour les porcs (ITP, 2002)

et matières grasses. Le laboratoire de la société Ajinomoto Eurolysine SAS réalise le dosage des acides aminés et des

protéines (méthode Dumas). Les résultats de ces analyses sont présentés dans le tableau 2.

**Tableau 2** - Résultats analytiques obtenus sur les échantillons d'aliments expérimentaux

Traitement	T1	T2	T3	T4
Humidité (%)	11,2	11,1	11,1	11,0
Cellulose brute (%)	4,1	4,2	4,3	4,0
Cendres (%)	5,4	5,5	5,4	5,3
Matières azotées totales (%)	20,2	20,1	20,2	20,4
Matières grasses (%)	2,6	2,6	2,9	2,5
<b>Acides aminés (g/kg)</b>				
Lysine	11,0	11,9	12,5	13,9
Méthionine	3,1	3,2	3,7	4,4
Cystine	3,1	3,1	3,1	3,2
Thréonine	7,5	7,7	8,3	8,9
Tryptophane	2,5	2,8	2,9	3,1
Isoleucine	8,2	8,1	8,0	8,2
Valine	9,3	9,1	9,0	9,2
Leucine	15,1	15,0	14,8	15,0
Arginine	12,7	12,5	12,4	12,5
Histidine	4,9	4,8	4,8	4,9
Phénylalanine	10,0	9,7	9,7	9,8
Tyrosine	6,3	6,3	6,2	6,2
Sérine	9,6	9,4	9,4	9,5
Alanine	8,8	8,6	8,6	8,7
Acide aspartique	18,8	18,5	18,4	18,7
Acide glutamique	38,6	38,4	38,1	38,7
Glycine	8,3	8,2	8,1	8,2
Proline	12,6	12,1	12,4	12,6

Les analyses sont très satisfaisantes pour les critères de base : humidité, matières azotées totales, cellulose brute et matières grasses. Il apparaît cependant, un déficit systématique de la teneur en cendres de l'ordre de 0,5 %. En ce qui concerne le dosage des acides aminés essentiels, la hiérarchie attendue entre les quatre aliments expérimentaux est respectée. Les dosages de la lysine et du tryptophane sont particulièrement proches des teneurs attendues, à l'exception de la lysine du régime T3 (-0,4 g/kg). Les teneurs analysées en thréonine, méthionine et cystine sont systématiquement légèrement inférieures aux teneurs attendues. Il en est de même pour l'isoleucine et la valine. La méthode employée consistait à tenir compte de la teneur analysée en protéines des lots de céréales et de tourteau de soja. La composition en acides aminés essentiels de chaque matière première était ensuite établie, sur la base des équations disponibles dans les tables d'alimentation pour les porcs (ITP, 2002). Quant à la composition en acides aminés non essentiels, elle était estimée proportionnelle à la teneur en protéines des matières premières, en utilisant pour cela les indications apportées par les tables INRA-AFZ (2004). Une légère surestimation de la contribution des matières premières a été confirmée à la suite de l'essai pour ces cinq acides aminés. En tenant compte de ces analyses, les ratios méthionine/lysine et thréonine/lysine digestibles observés, restent cependant proches des recom-

mandations : 29 pour 30 % recommandés dans le cas de la méthionine de l'aliment T2, 64 pour 65 % recommandés dans le cas de la thréonine des aliments T2, T3 et T4. L'écart est en revanche plus important pour l'ensemble méthionine plus cystine, puisque le ratio est de seulement 55 à 56 % (pour une recommandation de 60 %) dans les régimes T2, T3 et T4. De même, le régime T4 pourrait se retrouver en déficit en isoleucine et valine, puisque les ratios atteignent respectivement 57 et 63 % dans ce cas (pour des minima souhaités initialement de 60 et 65 %).

### 1.3. Mesures

La durée de l'essai est de 40 jours. Les porcelets sont pesés individuellement au sevrage, à l'issue de la période de 1<sup>er</sup> âge et en fin de post-sevrage. La pesée intermédiaire permet de mieux cerner les effets zootechniques des aliments expérimentaux lors de leur phase de distribution proprement dite. Compte tenu du fait que les quantités de 1<sup>er</sup> âge attribuées par case varient selon les blocs, les pesées marquant le passage aux aliments expérimentaux ont été effectuées à 3 dates différentes, soit respectivement pour les blocs lourd, moyen et léger, 12, 15 et 19 jours après sevrage. Toutes les quantités d'aliments distribuées en cours d'essai ou retirées des nourrisseurs lors de la mise à jeun sont pesées.

## 1.4. Analyse statistique

La case (15 porcelets) constitue l'unité expérimentale. Le modèle d'analyse de la variance utilisé pour tous les critères zootechniques comparés, comporte les effets du traitement alimentaire, du sexe, du bloc et de l'interaction entre traitement et sexe (proc GLM, SAS, 1990). Le test de Tukey est utilisé pour la comparaison des moyennes en cas d'effet significatif du traitement alimentaire révélé lors de l'analyse de la variance.

## 2. RÉSULTATS

Les performances zootechniques obtenues selon les traitements alimentaires sont présentées dans le tableau 3. La mortalité est très faible puisque inférieure à 0,6 %.

### 2.1. Période de 1<sup>er</sup> âge

Aucune différence significative entre traitement alimentaire n'apparaît au cours de cette phase d'adaptation des animaux, conformément à l'objectif attendu. Cependant, une tendance ( $P=0,06$ ) à l'interaction entre traitement et sexe est observée dans le cas de la consommation moyenne journalière : les mâles castrés T1 et les femelles T3 tendent à consommer significativement plus d'aliment que les femelles T1.

### 2.2. Période de 2<sup>ème</sup> âge

Cette période d'élevage correspond à la période de distribution effective des aliments expérimentaux. Une amélioration significative de la vitesse de croissance est constatée pour les

traitements T2, T3 et T4 (respectivement 696, 701 et 728 g/j), par rapport au traitement T1 (655 g/j). L'écart de vitesse de croissance (+30 g/j) entre le traitement T4 et les traitements T2 et T3, n'est pas significatif. Bien que l'interaction entre traitement et sexe ne soit pas significative ( $P=0,08$ ), il semble que les femelles T1 présentent par rapport aux femelles T3 et T4, une diminution plus forte de la vitesse de croissance que les mâles T1 comparativement aux mâles T3 et T4. L'efficacité alimentaire est significativement différente selon les traitements alimentaires. L'indice de consommation obtenu par les porcelets T4 (1,43) est significativement inférieur à ceux des porcelets T2 et T3 (1,53 et 1,50), eux-mêmes significativement inférieurs à celui des porcelets T1 (1,60). La consommation moyenne journalière n'est pas affectée par les traitements alimentaires.

### 2.3. Ensemble du post-sevrage

Les effets du traitement alimentaire observés en phase de 2<sup>ème</sup> âge subsistent lorsqu'on les compare sur l'ensemble de la période de post-sevrage. L'interaction entre traitement et sexe tend à être significative ( $P=0,06$ ) pour la vitesse de croissance. Ainsi le fait que la vitesse de croissance soit significativement supérieure pour les porcelets T3 et T4 (respectivement 548 et 557 g/j) par rapport aux porcelets T1 (513 g/j), résulte d'une différence observée uniquement chez les femelles. La consommation moyenne journalière n'est pas affectée par le traitement alimentaire. L'indice de consommation obtenu par les porcelets T1 (1,56) est significativement supérieur à ceux obtenus par les porcelets T2, T3 et T4 (respectivement 1,50, 1,47 et 1,43). La différence est également significative entre les indices de consommation

**Tableau 3** - Effet du ratio lysine digestible/énergie nette de l'aliment 2<sup>ème</sup> âge sur les performances zootechniques<sup>1</sup>

Traitement	T1	T2	T3	T4	Effets <sup>2</sup>	CVe <sup>2</sup>
<b>Lysine digestible (g) par MJ EN</b>	<b>1,0</b>	<b>1,1</b>	<b>1,2</b>	<b>1,3</b>		
Poids au sevrage (kg)	8,3	8,3	8,3	8,3	B**	1,0
<b>Période 1<sup>er</sup> âge</b>						
Poids final (kg)	12,6	12,5	12,9	12,5	B*	2,4
GMQ (g/j)	277	276	296	273	B**	6,1
CMJ (g/j)	386	385	392	385	B**	4,6
IC (kg/kg)	1,39	1,40	1,32	1,43	B*	5,4
<b>Période 2<sup>ème</sup> âge</b>						
Poids final (kg)	28,8a	29,7ab	30,2b	30,5b	T**, B**	2,1
GMQ (g/j)	655a	696b	701b	728b	T**	3,2
CMJ (g/j)	1047	1062	1053	1044	B**	3,8
IC (kg/kg)	1,60a	1,53b	1,50b	1,43c	T**, B*	3,3
<b>Ensemble du post-sevrage</b>						
GMQ (g/j)	513a	536ab	548b	557b	T**, B**	2,7
CMJ (g/j)	798	807	804	796	B**	3,7
IC (kg/kg)	1,56a	1,50b	1,47bc	1,43c	T**, B*	2,6

<sup>1</sup>. GMQ : gain moyen quotidien, CMJ : consommation moyenne journalière, IC : indice de consommation

<sup>2</sup>. Analyse de la variance avec le traitement (T), le sexe (S), le bloc (B) et l'interaction (TxS) en effets principaux

\* :  $P < 0,05$ , \*\* :  $P < 0,01$

CVe : coefficient de variation résiduelle (%)

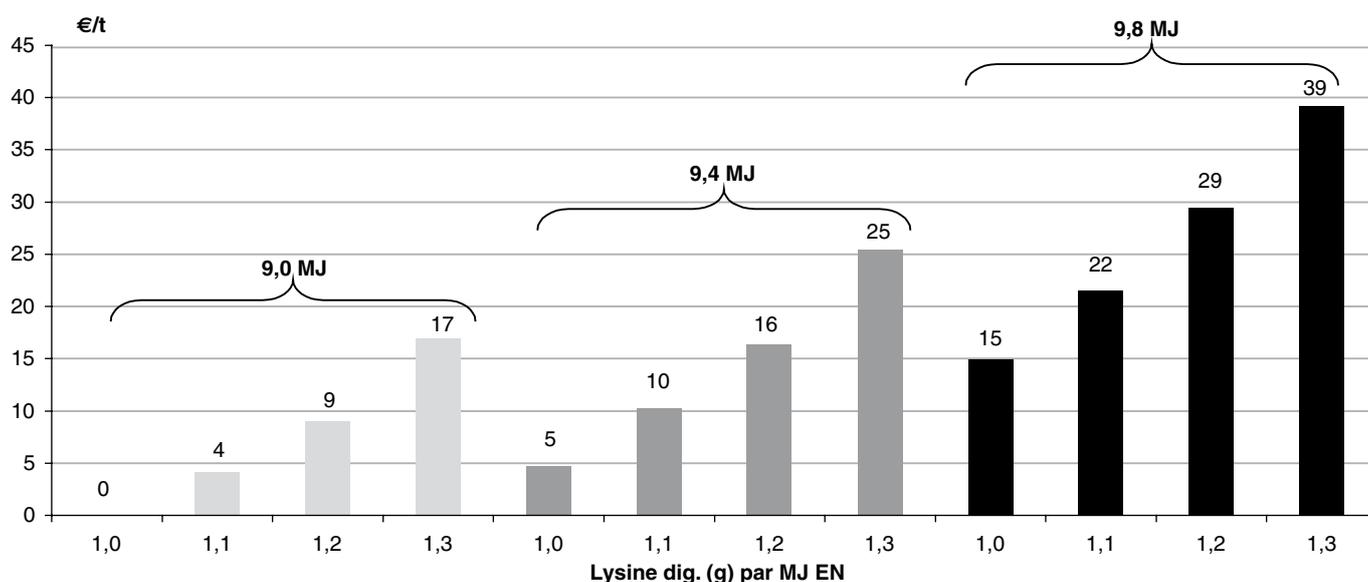
des traitements T2 et T4, l'indice de consommation du traitement T3 étant intermédiaire.

### 3. DISCUSSION

Dans cet essai, l'augmentation de la teneur en lysine digestible relativement à la concentration en énergie nette de l'aliment se traduit principalement par une amélioration de l'efficacité alimentaire. Ainsi, l'indice de consommation mesuré sur la période de 2<sup>ème</sup> âge diminue significativement de 4 % lorsque la teneur en lysine digestible par MJ d'énergie nette augmente de 1,0 à 1,1 g. Lorsque ce ratio s'accroît de 1,1 à 1,2 g par MJ d'énergie nette, l'incidence sur l'efficacité alimentaire n'est pas significative. Cependant, une diminution supplémentaire de 5 % de l'indice de consommation est observée entre les ratios 1,2 et 1,3 g/MJ. La vitesse de croissance n'est pas significativement différente avec 1,1, 1,2 ou 1,3 g de lysine digestible par MJ d'énergie nette. Elle diminue de 7 % lorsque le ratio atteint 1,0 g/MJ. Les résultats obtenus pour l'aliment contenant 1,2 g de lysine digestible par MJ d'énergie nette sont à pondérer en raison de sa teneur plus faible en lysine constatée à l'analyse : -0,4 g/kg. Dans ce cas, le ratio peut être estimé à 1,17 g, ce qui a pu conduire à sous estimer les différences de performances entre les ratios 1,1 et 1,2 et surestimer celles entre 1,2 et 1,3.

Ces résultats sont en accord avec ceux de Gatel et al (1990), qui, lorsque l'on reconstitue la composition des aliments sur la base des coefficients de digestibilité iléale standardisée des acides aminés et de la concentration en énergie nette des matières premières, montrent une amélioration des performances zootechniques avec l'accroissement du ratio lysine/énergie de l'aliment. Leurs données indiquent entre 8 et 25 kg de poids vif, que les optima de vitesse de croissance et d'efficacité alimentaire sont obtenus, selon les cas, pour des ratios compris entre 1,1 et 1,2 g de lysine digestible par MJ d'énergie nette. Nam et Aherne

(1994) parviennent, sur la base de la vitesse de croissance maximale, à un ratio de 0,95 g de lysine par MJ d'énergie digestible, entre 9 et 26 kg de poids vif. Ce qui représente, en utilisant un coefficient de digestibilité iléale standardisée moyen de 90 %, 1,2 g de lysine digestible par MJ d'énergie nette. Ces auteurs précisent que cette valeur est nettement plus élevée que les recommandations disponibles à cette date. Ainsi le NRC (1988) recommandait 0,7 g de lysine par MJ d'énergie digestible pour des porcelets ayant une vitesse de croissance journalière de 450 g entre 10 et 20 kg de poids vif, soit un ratio de 0,9 g de lysine digestible par MJ d'énergie nette. A l'opposé, l'ARC (1981) proposait un ratio de 1,0 g de lysine totale par MJ d'énergie digestible (soit 1,25 g de lysine digestible/MJ d'énergie nette) pour des porcelets ayant une vitesse de croissance journalière de 400 g entre 3 et 8 semaines d'âge. Les recommandations les plus récentes du NRC (1998) sont de 0,81 g de lysine par MJ d'énergie digestible soit 1,05 g de lysine digestible par MJ d'énergie nette entre 10 et 20 kg de poids vif. D'après Nam et Aherne (1994), l'efficacité alimentaire est maximisée pour un ratio de 1,0 g de lysine totale par MJ d'énergie digestible soit 1,25 g de lysine digestible par MJ d'énergie nette. Cependant, il s'agit là, du ratio lysine/énergie étudié le plus élevé, alors que notre essai démontre une amélioration significative de l'efficacité alimentaire entre 1,2 et 1,3 g de lysine digestible par MJ d'énergie nette. Ces auteurs indiquent enfin que le ratio optimal pour la vitesse de croissance (0,95 g/MJ d'énergie digestible) devrait être supérieur s'il était tenu compte de l'équilibre en acides aminés limitants secondaires en référence au principe de la protéine idéale. En effet, sur la base des teneurs exprimées en acides aminés totaux, le ratio thréonine/lysine varie de 67 à 45 % dans leur expérience. D'après Van Lunen et Cole (1998), le ratio optimal est de 1,2 g de lysine totale par MJ d'énergie digestible, soit 1,5 g de lysine digestible par MJ d'énergie nette. Ce résultat, très supérieur aux



(Base: 9,0 MJ EN et 1,0 Lysd/MJ, Moyenne des prix matières premières relevés d'août 2005 à juillet 2006)

**Figure 1** - Evolution du coût de revient matières premières pour 3 niveaux de concentration énergétique et 4 ratios lysd/EN de l'aliment 2<sup>ème</sup> âge

références citées précédemment, est obtenu sur des femelles entre 9 et 25 kg de poids vif, correspondant à des animaux hybrides sélectionnés pour leur forte capacité de dépôt musculaire. Le détail des données indique que l'optimum de vitesse de croissance est atteint plus précocement : 1,0 g de lysine totale par MJ d'énergie digestible, soit 1,25 g de lysine digestible par MJ d'énergie nette. La forte dispersion de ces valeurs s'explique sans doute par le respect du principe de la protéine idéale, mais aussi du potentiel de dépôt musculaire des animaux. Ainsi des résultats obtenus en 2005 sur le site de Romillé, et consistant à comparer des performances lorsque le ratio diminue de 1,2 à 1,0 g de lysine digestible par MJ d'énergie nette en phase de 2<sup>ème</sup> âge, aboutissent à des écarts de performances de 25 % pour la vitesse de croissance et de 26 % pour l'indice de consommation (données non publiées). Ces différences peuvent trouver leur explication dans la variabilité, selon les types génétiques, du degré de précocité de leur courbe de croissance. Ainsi, des porcelets à forte précocité pourraient être nettement plus sensibles à la moindre variation de la concentration en acides aminés de l'aliment distribué.

D'un point de vue économique, la détermination du ratio lysine/énergie optimal doit tenir compte du potentiel génétique et des caractéristiques de la courbe de croissance des porcelets. Il s'agit également d'évaluer les conditions d'élevages telles que la densité, la longueur d'auge disponible par porc, les conditions d'ambiance et l'état sanitaire. Il est bien entendu inutile de renforcer la concentration en acides aminés lorsque les conditions de l'élevage sont limitantes. En ce qui concerne la formulation des aliments, le ratio optimal dépend de plusieurs éléments. En premier lieu, les matières premières à disposition qui déterminent en grande partie le niveau de concentration énergétique de l'aliment. L'augmentation du ratio lysine/énergie est plus coûteuse à concentration énergétique forte (Graphique 1). Ainsi lorsque le ratio s'élève

de 1,0 à 1,3, le coût de revient matières premières augmente de 17 €/t à 9,0 MJ d'énergie nette par kg, 20 €/t à 9,4 MJ/kg et 24 €/t à 9,8 MJ/kg. D'autre part, le respect plus ou moins strict du profil protéique idéal recommandé constitue un facteur supplémentaire de variation du coût de revient unitaire de l'aliment. En effet, le degré d'incertitude existant autour de la réalité des besoins et des apports par les matières premières conduit à limiter, ou accroître selon le cas, les marges de sécurité. Enfin, le taux de matières azotées totales maximal autorisé dans le cadre des recommandations du Corpen (2003) par exemple, est un facteur de limitation également important.

## CONCLUSION

Cet essai confirme l'influence du ratio lysine/énergie sur les performances du porcelet en post-sevrage. Ce ratio exprimé sous la forme d'un rapport entre teneur en lysine digestible et concentration en énergie nette, doit être au minimum de 1,1 g/MJ. Il peut, afin de mieux satisfaire les besoins des animaux les plus exigeants, être égal à 1,2 g/MJ, surtout si l'on considère que la légère déficience en lysine du régime à 1,2 g/MJ est à l'origine d'une sous estimation des performances réelles des animaux dans ce cas. Au delà de 1,2 g/MJ, la limitation de la teneur en matières azotées totales des aliments en relation avec le problème de la maîtrise des rejets constitue une contrainte majeure, même si une amélioration des performances est constatée dans cet essai. Ces résultats sont obtenus en veillant à l'équilibre en acides aminés secondaires représentés, en priorité, par la méthionine, la thréonine et le tryptophane.

## REMERCIEMENTS

Étude financée au titre du programme national de développement agricole et rural.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARC. 1981. The Nutrient Requirements of Pigs. Commonwealth Agric. Bureaux, Slough, U.K.
- Castaing J., Cambeilh D., Relandeau C. 2002. Intérêt de la supplémentation en L-tryptophane de l'aliment porcelet deuxième âge à base de maïs. Journées Rech. Porcine, 34, 115-120.
- CORPEN, 2003. Estimation des rejets d'azote, phosphore, potassium, cuivre et zinc des porcs. CORPEN (Ed) Paris, 41 p.
- Gatel F., Buron G., Fekete J. 1990. Niveau d'acides aminés et performances du porcelet sevré entre 8 et 25 kg. Journées Rech. Porcine, 22, 209-214.
- Henry Y. 1995. Influence d'un déficit ou d'un déséquilibre en acides aminés pendant une phase initiale de la croissance sur les performances du porc en finition. Ann. Zootech., 44, 3-28.
- INRA-AFZ, 2004. Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage. Porcs, volailles, bovins, ovins, caprins, lapins, chevaux, poissons. D. Sauvant, J.-M. Pérez, G. Tran (Eds), Seconde Edition révisée, INRA, Paris, 301 p.
- ITP-ITCF-ADAESO-UNIP-CETIOM. 2002. Tables d'alimentation pour les porcs, ITP (Ed), Paris, 40 p.
- Nam D. S., Aherne F. X. 1994. The effects of lysine:energy ratio on the performance of weanling pigs. J. Anim. Sci., 72, 1247-1256.
- NRC. 1988. Nutrient Requirements of Swine (9<sup>th</sup>. ED.). National Academy Press, Washington, DC.
- NRC. 1998. Nutrient Requirements of swine (10<sup>th</sup>. ED.) National Academy Press, Washington, DC.
- SAS ONLINEDOC® V8, 1999. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Sève B. 1994. Alimentation du porc en croissance : intégration des concepts de protéine idéale, de disponibilité digestive des acides aminés et d'énergie nette. INRA Prod. Anim., 7(4), 275-291.
- Van Lunen T.A., Cole D.J.A. 1998. The effect of dietary energy concentration and lysine/digestible energy ratio on growth performance and nitrogen deposition of young hybrid pigs. Anim. Sci., 67, 117-129.

