

A7418

**RELATION ENTRE LE BESOIN DE LYSINE ET
LE NIVEAU DE RATIONNEMENT ENERGETIQUE
CHEZ LE PORC EN CROISSANCE,
AVEC OU SANS INCORPORATION DE MATIERES GRASSES AU REGIME**

*Y. HENRY, B. DESMOULIN, D. BOURDON **

*I.N.R.A. - Station de Recherches sur l'Elevage des Porcs
C.N.R.Z. - 78350, Jouy-en-Josas*

INTRODUCTION

Le besoin en lysine du porc en croissance a fait l'objet de nombreuses estimations qui font apparaître des différences plus ou moins importantes selon les modalités expérimentales, en particulier suivant les niveaux de rationnement (RERAT et LOUGNON, 1966), le sexe et la castration (HENRY, RERAT et TOMASSONE, 1971). Ainsi les normes actuelles, qui ne tiennent aucun compte du sexe, s'appliquent à un mode d'alimentation particulier, à volonté dans le cas du N.R.C. (1968) ou restreint dans les conditions précisées par l'A.R.C. (1967). Or, les travaux récents de DESMOULIN (1969-1973) DESMOULIN et BOURDON (1971), MOAL, GAYE et DESMOULIN (1972), ont permis de conclure à la nécessité d'une différenciation du niveau de rationnement selon l'aptitude à produire des carcasses de qualité optimale : les femelles peuvent être soumises à une alimentation relativement libérale, tandis que les mâles castrés nécessitent un rationnement beaucoup plus sévère, principalement pendant la phase de finition. On sait par ailleurs que la nature de la source énergétique, suivant qu'elle est constituée par des glucides ou des matières grasses, peut influencer l'intensité de la rétention azotée et, par voie de conséquence, l'utilisation de la lysine par l'animal en croissance.

Il nous est ainsi apparu important de reconsidérer les normes d'apport de lysine pour le porc en croissance-finition, dans le cas des niveaux de rationnement permettant l'obtention de carcasses à état d'engraissement optimal. Une première étude a été réalisée sur des porcs femelles ou mâles castrés, entre 25 et 100 kg de poids vif, dans le but d'examiner l'influence du taux de lysine dans la ration sur les performances de croissance, l'efficacité alimentaire et les caractéristiques de composition corporelle, dans le cas d'utilisation de régimes additionnés ou non de matières grasses (sous forme de suif).

MODALITES EXPERIMENTALES

1) Schéma expérimental et caractéristiques des régimes

Quatre-vingt-quatre porcelets de race **LARGE-WHITE**, moitié mâles castrés, moitié femelles, d'un poids moyen initial de 25 kg et d'un âge moyen de 80 jours, sont répartis entre 6 lots de 14 animaux (7 mâles castrés et 7 femelles), suivant un dispositif factoriel 3 x 2. Ce dernier comprend :

- 3 taux de lysine : respectivement 85, 100 et 115 ; le niveau 100 correspond aux normes habituellement recommandées pour des porcs en alimentation rationnée (RERAT et LOUGNON, 1966), les deux autres étant soit majoré, soit réduit de 15 p. 100, par rapport au précédent.
- présence ou absence de suif, ce dernier étant incorporé au taux de 6 p. 100.

Le régime de base, composé d'orge et de blé en proportions égales, et complété par du tourteau de soja 44, présente une valeur énergétique de l'ordre de 3.200 Kcalories d'énergie digestible (ED)/Kg. L'adjonction de 6 p. 100 de suif permet d'élever la valeur énergétique aux alentours de 3.500 Kcalories ED/Kg.

* Avec la collaboration technique de G. CONSEIL, D. CARON, J.P. HAUTDUCEOEUR, Jeanine JUNG, Michèle SEREZAT, P. VAISSADE, Ph. PEINIAU (I.N.R.A.) et P. POMMERET (I.T.P.)

Dans les deux cas, en présence ou non de suif, les animaux, d'un sexe donné, sont soumis à un même rationnement énergétique en fonction du poids. De plus, le niveau d'alimentation est différencié selon le sexe, de manière à permettre une optimisation de l'efficacité alimentaire et des caractéristiques de composition corporelle : régime relativement libéral pour les femelles, rationnement plus sévère pour les mâles castrés.

Pour ajuster au mieux l'apport journalier de lysine aux normes, la période totale de croissance, entre 25 et 100 kg de poids vif, est divisée en deux intervalles de poids (25 - 45 kg et 45 - 100 kg), à chacun desquels correspond un régime particulier. En fonction de ces hypothèses de travail, consignées dans le tableau 1, les taux de lysine, relativement à l'énergie, ont été ajustés de la manière suivante (quantité, en g/Mcal ED) :

INTERVALLES DE POIDS, Kg :	25 - 45	45 - 100
Niveau normal (100)	2,8	2,3
- 15 p. 100 (115)	3,2	2,7
- 15 p. 100 (85)	2,4	2,0

TABLEAU 1

PREVISIONS D'APPORT JOURNALIER DE LYSINE
(SUIVANT LES NORMES)
ET D'ENERGIE EN FONCTION DU POIDS VIF ET DU SEXE

Poids vif, kg	20	30	40	50	60	70	80	90
Lysine, g/j (normes)	9	12	14	15	16	17	18	18,5
Energie digestible, Mcal/j								
FEMELLES	3,2	4,5	5,8	6,7	8,0	8,6	9,0	9,0
MALES					7,7	7,7	7,7	7,7

Les taux de matières azotées est maintenu constant pendant toute la croissance : 55 g/Mcal ED, correspondant à 18 p. 100 dans les régimes sans matières grasses. Compte tenu de l'ajustement du niveau de rationnement en fonction du sexe, l'apport azoté journalier est néanmoins plus faible chez les mâles castrés que chez les femelles au-delà de 45 kg.

Les taux de lysine et de matières azotées, pour une valeur énergétique donnée, sont ajustés en introduisant des proportions variables de tourteau de soja, de gluten de maïs (à 60 p. 100 de matières azotées) et de L-lysine industrielle. Les caractéristiques des régimes, pour les périodes 25-45 et 45-100 kg de poids vif sont rapportées respectivement dans les tableaux 2 et 3. Les teneurs en acides aminés des régimes expérimentaux ont été dosées par chromatographie sur colonnes échangeuses d'ions, suivant une technique décrite par ailleurs (PION et FAUCONNEAU, 1966).

Voir tableaux 2 et 3, page suivante

2) Conduite de l'expérience et observations

La mise en lots est effectuée suivant la méthode des blocs, d'après le sexe, le poids et l'âge. Les animaux, d'un même sexe, sont élevés par groupe de 7 dans une même loge collective, munie de systèmes d'alimentation individuelle et d'un abreuvoir automatique, avec litière de paille. A l'issue d'une période préexpérimentale de deux semaines, au cours de laquelle les porcelets ingèrent un régime standard selon leur appétit, sous forme humide et à raison de 2 repas par jour, on procède à une affectation au hasard des loges aux différents traitements.

Pendant l'expérience, les animaux reçoivent leurs aliments sous forme de soupe (2 parties d'eau environ pour 1 partie de farine), à raison de deux repas par jour. La suppression d'un repas, le dimanche, est compensée

TABEAU 2
COMPOSITION DES REGIMES EXPERIMENTAUX ENTRE 25 et 45 kg DE POIDS VIF (p. 100)

SUIF p. 100	0			6		
	85 1	100 2	115 3	85 4	100 5	115 6
Niveau lysine	85	100	115	85	100	115
Lot ou régime (1)	1	2	3	4	5	6
Orge (2)	38,5	37,5	37,5	33	31,5	31
Blé (2)	38,5	37,5	37,5	33	32	31
Suif (3)	—	—	—	6	6	6
Tourteau de soja (2)	16	22	22	19	25,5	29
Gluten de maïs (2)	4	—	—	6	2	—
Mélange minéral (4)	3	3	3	3	3	3
Mélange vitaminique (4)	+	+	+	+	+	+
L-lysine HCL (5)	—	—	0,13	—	—	0,09
Résultats d'analyse (p. 100)						
Matière sèche	87,4	87,7	88,3	88,9	89,2	89,1
Matières minérales	5,0	5,2	5,1	5,2	5,4	5,9
Matières azotées	18,3	19,6	19,7	20,1	20,7	21,4
Cellulose brute	3,0	3,6	3,8	3,4	3,5	3,8
Energie brute, Kcal/kg	3.813	3.774	3.851	4.168	4.176	4.166
Energie digestible, Kcal/kg	3.171 (*)	3.183	3.204 (*)	3.443 (*)	3.455	3.452 (*)
Lysine p. 100	0,67	0,96	1,06	0,89	1,01	1,27
Matières azotées, g/1.000 Kcal ED	57,7	61,6	61,4	58,4	59,9	62,0
Lysine, g/1.000 Kcal ED (6)	2,11	3,02	3,30	2,58	2,93	3,68

(1) Présentation en farine ; mouture des céréales sur grille de 3 mm.

(2) Composition p. 100

	Matière sèche	Matières azotées
Orge	89,7	11,4
Blé	88,1	10,9
T. Soja	—	44
Gluten de maïs "globazote"	88,9	60,3

(3) Qualité premier jus : 9.450 Kcal d'énergie brute/kg.

(4) HENRY et BOURDON (1973).

(5) Produit commercial à 97 p. 100 de L.Lysine Hcl pure renfermant 80 p. 100 de lysine base ; introduit dans un prémélange à base d'orge Q.S.P.

(6) Teneurs moyennes des autres acides aminés, en g/1.000 Kcal ED, dans les régimes 2 et 5 : arginine, 3,5 ; histidine, 1,5 ; isoleucine, 2,7 ; leucine, 4,8 ; phénylalanine + tyrosine, 5,4 ; thréonine, 2,3 ; valine, 3,2.

(*) Valeurs estimées à partir de celles trouvées pour les régimes 2 et 5, compte tenu des teneurs en matière sèche.

TABEAU 3
COMPOSITION DES REGIMES EXPERIMENTAUX ENTRE 45 et 100 kg DE POIDS VIF (p. 100)

SUIF p. 100	0			6		
	85 1	100 2	115 3	85 4	100 5	115 6
Niveau lysine	85	100	115	85	100	115
Lot ou régime (1)	1	2	3	4	5	6
Orge (2)	39,5	38,5	37,5	34	33	32
Blé (2)	40	39	38	34,5	33,5	32
Suif (3)	—	—	—	6	6	6
Tourteau de soja (2)	10	15	20,5	12,5	17,5	24
Gluten de maïs (2)	7,5	4,5	1	10	7	3
Mélange minéral (4)	3	3	3	3	3	3
Mélange vitaminique (4)	+	+	+	+	+	+
Résultats d'analyse (p. 100) :						
Matière sèche	88,0	88,0	87,8	88,6	88,7	88,6
Matières minérales	5,2	5,4	5,4	4,9	5,2	5,6
Matières azotées	18,9	17,9	18,8	19,6	20,0	19,6
Cellulose brute	3,3	3,3	3,3	3,0	3,1	3,4
Energie brute, Kcal/kg	3.832	3.830	3.777	4.155	4.183	4.130
Energie digestible, Kcal/kg (5)	3.234	3.232	3.188	3.445	3.468	3.424
Lysine p. 100	0,71	0,82	0,93	0,74	0,87	1,02
Matières azotées, g/1.000 Kcal E.D.	58,6	55,5	58,9	56,9	57,8	57,2
Lysine, g/1.000 Kcal E.D. (6)	2,21	2,55	2,91	2,15	2,52	2,99

(1),(2), (3), (4), voir tableau 2.

(5) Valeurs estimées à partir des coefficients d'utilisation digestive de l'énergie des régimes 2 et 5, pour la période 25-45 kg, et des teneurs en énergie brute des régimes correspondants.

(6) Teneurs moyennes des autres acides aminés, en g/1.000 Kcal ED, dans les régimes 2 et 5 : arginine, 3,4 ; histidine, 1,4 ; isoleucine, 2,5 ; leucine, 5,5 ; phénylalanine + tyrosine, 5,4 ; thréonine, 2,1 ; valine, 3,0.

par une augmentation correspondante des repas précédents et suivants. Le plan de rationnement, selon la concentration en énergie des régimes et le sexe (à partir de 45 Kg de poids vif) est détaillé dans le tableau 4.

TABEAU 4
PLAN DE RATIONNEMENT (ALIMENT FRAIS, kg/j)

LOTS	1 - 2 - 3 SANS SUIF	4 - 5 - 6 AVEC SUIF
Poids vif, kg		
25	1,2	1,1
30	1,4	1,3
35	1,6	1,4
40	1,8	1,6
45	2,0	1,8
	FEMELLES MALES CASTRES	FEMELLES MALES CASTRES
50	2,1 2,2	1,9 2,0
55	2,3 2,4	2,1 2,2
60	2,5 2,4	2,2 2,2
65	2,6 2,4	2,3 2,2
70	2,7 2,4	2,4 2,2
75	2,8 2,4	2,5 2,2
75 à 100 kg	2,8 2,4	2,5 2,2

Les consommations individuelles de nourriture sont enregistrées quotidiennement, après estimation des refus éventuels. Les animaux sont pesés toutes les semaines. Au poids de 100 ± 2 Kg ils sont abattus et les carcasses sont découpées suivant la technique parisienne, après un ressuyage de 24 heures. En plus de la pesée des morceaux de découpe et des mensurations de lard, on procède à une détermination du poids apparent de l'ensemble longe + bardière ("Rein") par densimétrie sur une partie des animaux (39 mâles castrés et 39 femelles), d'après une méthode décrite antérieurement (DESMOULIN, 1970).

3) Essai de digestibilité

Afin de mesurer la valeur énergétique des régimes, en présence ou non de suif, nous avons procédé à un essai de digestibilité sur 2 lots de 4 porcs mâles castrés, d'un poids moyen initial de 33 kg et recevant les régimes 2 et 5 (niveau 100 de lysine). Après une première phase d'adaptation à leurs rations respectives (7 jours), les animaux sont soumis pendant 10 jours à une alimentation égalisée (1.500 ou 1.700 g/j selon le poids vif moyen de la série expérimentale). Les régimes sont distribués à l'état humide (2 parties d'eau pour une partie d'aliment sec), à raison de 3 repas par jour ; l'eau est fournie à volonté entre les repas. Au cours de cette période, on procède à une collecte des fèces et des urines, en vue de la détermination des coefficients d'utilisation digestive et de la rétention azotée, selon des modalités qui ont été définies précédemment (HENRY et RERAT, 1966).

RESULTATS

Les résultats de dosage de lysine dans les aliments sont rapportés dans les tableaux 2 et 3. On remarque une légère augmentation par rapport aux teneurs initialement calculées, à l'exception toutefois du régime I au cours de la première période. Les niveaux 85, 100 et 115 de lysine correspondent respectivement aux teneurs moyennes suivantes, en g/1.000 Kcal ED : 2,34 - 2,97 et 3,49 entre 25 et 45 kg de poids vif, 2,18 - 2,53 et 2,95 entre 45 et 100 kg.

1) Essai de digestibilité (tableau 5)

Les résultats moyens de digestibilité portant sur la comparaison des régimes 2 et 5 à niveau 100 de lysine, avec ou sans incorporation de suif, indiquent une diminution du coefficient d'utilisation digestive de

l'énergie (C.U.D.E.) en présence de suif (82,9 contre 84,4 pour le régime témoin), tandis que le C.U.D. des matières azotées n'est pratiquement pas modifié (88,2 contre 87,3). Pour un même apport journalier de matière sèche (1.373 et 1.430 g dans les lots 2 et 5), le gain moyen journalier pendant la période totale d'observation (17 jours) a d'ailleurs été plus élevé dans le lot 2 que dans le lot 5 (646 g contre 561).

Ceci explique une légère diminution de la quantité d'azote fixée par jour dans le lot recevant des matières grasses (21,5 g contre 24,3) ; parallèlement, le coefficient de rétention azotée (C.R.N.) diminue de 54,0 à 47,6 p. 100. Les valeurs en énergie digestible des régimes sont plus élevées de 6,7 p. 100 en présence de suif, au lieu de 8,7 p. 100 au niveau des teneurs en énergie brute.

TABLEAU 5

RESULTATS DE DIGESTIBILITE

Nombre d'animaux/lot : 4 — durée : 10 j. — Poids vif moyen : 39,8 kg

Lot	2	5	S \bar{x} (1)
Suif, p. 100	0	6	
CUD m.s. (2)	84,7	83,6	0,7 (1,8)
CUD m.o. (2)	86,7	85,5	0,7 (1,5)
CUD E (2)	84,4	82,9	0,7 (1,8)
CUD N (2)	87,3	88,2	0,6 (1,3)
N retenu, g/j	24,3	21,5	1,6 (14,1)
CR. N (3)	54,0	47,6	4,1 (16,2)
Valeur énergétique, ED, Kcal/kg m. sèche	3.629 \pm 5	3.873 \pm 49	

(1) S \bar{x} : Ecart-type de la moyenne (4 animaux par lot : entre parenthèses, coefficient de variation).

(2) C.U.D. (coefficient d'utilisation digestive apparent) : = $\frac{\text{Elément ingéré} - \text{élément fécal}}{\text{élément ingéré}} \times 100$

(3) CR.N (coefficient de rétention azotée apparent) : = $\frac{\text{N ingéré} - (\text{N fécal} + \text{N urinaire})}{\text{N ingéré} - \text{N fécal}} \times 100$

2) Croissance et efficacité alimentaire

L'analyse statistique des résultats de croissance et d'efficacité alimentaire, a conduit, pour la plupart des critères, à des effets d'interaction entre le sexe et les traitements appliqués, en particulier avec le taux de lysine. Les résultats sont ainsi présentés séparément pour les femelles et les mâles castrés. Par ailleurs, à partir des valeurs énergétiques mesurées sur les régimes 2 et 5, nous avons estimé les valeurs correspondantes des autres régimes, suivant les indications des tableaux 2 et 3. Ceci a permis d'exprimer les résultats de consommation et d'indice de consommation en mégacalories d'énergie digestible pour apprécier l'influence de l'incorporation de suif sur ces critères.

a) Entre 25 et 45 kg de poids vif (tableau 6).

La variation du taux de lysine, relativement à l'énergie, se traduit dans l'ensemble par une réponse d'allure quadratique pour la vitesse de croissance. Aussi bien chez les femelles que chez les mâles castrés, le niveau 100 correspond à l'optimum. Remarquons cependant qu'avec le niveau 115 de lysine l'amélioration de la croissance est maintenue chez les femelles, alors que chez les mâles castrés on observe un effet dépressif ; ceci explique l'interaction sexe X terme linéaire de la lysine (S x L_L). En ce qui concerne l'indice de consommation, qu'il soit exprimé en kg d'aliment ou en ED/kg de gain, on retrouve la même évolution ; les performances optimales sont obtenues au niveau 100. Il est à noter que la consommation moyenne d'aliment, en ED, est un peu plus élevée aux niveaux 100 et 115, comparativement au niveau 85, puisque le rationnement, basé sur le poids vif, augmente lui-même avec l'apport de lysine. L'incorporation de suif dans le régime entraîne une légère diminution du gain moyen journalier (significative au seuil 0,10), soit 497 g/j contre 514, en même temps qu'une faible

augmentation de l'indice de consommation, exprimé en Mcal d'ED/kg de gain. Cet effet du suif semble devoir être attribué principalement à une diminution de la consommation en énergie digestible, correspondant à un écart de 3 p. 100 entre les lots femelles au niveau 100 (4,57 Mcal/j dans le lot 5 contre 4,72 dans le lot 2). Cet apport moindre d'énergie résulte lui-même d'une utilisation digestive du suif plus faible que celle qui avait été initialement prévue lors de l'établissement du plan de rationnement.

TABLEAU 6
RESULTATS DE CROISSANCE ET CONSOMMATION ENTRE 25 et 45 kg DE POIDS VIF

SEXE		FEMELLES				MALES CASTRES				SIGNIFICATION STATISTIQUE (1)	
NIVEAU LYSINE		85	100	115	Moy.	85	100	115	Moy.	S \bar{x}	
Gain moyen/j, g.	Suif										
	-	508	509	560	<u>525</u>	493	530	491	<u>504</u>	12,0	L _L **
	+	437	538	514	<u>497</u>	460	535	494	<u>497</u>	(8,8)	L _Q ** S x L _L * suif (0,10) suif x L _Q *
Moy.	<u>473</u>	<u>524</u>	<u>537</u>		<u>476</u>	<u>532</u>	<u>493</u>				
Consommation moyenne/j : - aliment frais	-	1,49	1,46	1,52	<u>1,49</u>	1,49	1,54	1,49	<u>1,51</u>		
	+	1,33	1,38	1,38	<u>1,36</u>	1,35	1,42	1,35	<u>1,37</u>		
	Moy.	<u>1,41</u>	<u>1,42</u>	<u>1,45</u>		<u>1,42</u>	<u>1,48</u>	<u>1,42</u>			
- ED, Mcal	-	4,72	4,65	4,85	<u>4,74</u>	4,73	4,90	4,78	<u>4,80</u>		
	+	4,57	4,76	4,76	<u>4,69</u>	4,65	4,89	4,65	<u>4,73</u>		
	Moy.	<u>4,64</u>	<u>4,70</u>	<u>4,78</u>		<u>4,69</u>	<u>4,90</u>	<u>4,77</u>			
Indice de consommation : - kg al ^t /kg gain	-	2,93	2,88	2,72	<u>2,84</u>	3,05	2,91	3,04	<u>3,00</u>	0,06	L _L **
	+	3,04	2,58	2,72	<u>2,78</u>	2,94	2,65	2,73	<u>2,77</u>	(8,5)	L _Q ** suif ** suif L _Q
	Moy.	<u>2,98</u>	<u>2,73</u>	<u>2,72</u>		<u>2,99</u>	<u>2,78</u>	<u>2,88</u>			(0,10)
- ED, Mcal/kg gain	-	9,29	9,17	8,71	<u>9,06</u>	9,66	9,28	9,75	<u>9,56</u>	0,22	L _L *
	+	10,49	8,91	9,40	<u>9,60</u>	10,14	9,14	9,43	<u>9,57</u>	(8,6)	L _Q * suif x L _Q
	Moy.	<u>9,89</u>	<u>9,04</u>	<u>9,05</u>		<u>9,90</u>	<u>9,21</u>	<u>9,59</u>			(0,10)

(1) S \bar{x} : Ecart-type de la moyenne (14 animaux par lot) ; entre parenthèses, coefficient de variation.
Facteurs expérimentaux : L : Lysine ; L_L : terme linéaire ; L_Q : terme quadratique ; S : Sexe.
Seuils de signification : ** : 0,01
* : 0,05
(0,10) : 0,10

Ces indications sont également valables pour les tableaux suivants.

L'examen des effets combinés du suif et du taux de lysine sur le gain moyen journalier et l'indice de consommation permet de dégager une interaction significative entre ces deux facteurs. Cette interaction s'explique en grande partie par l'absence de réponse des femelles au niveau 100 par rapport au niveau 85 avec le régime sans suif, ceci pour des raisons inexplicables.

Bien qu'on n'observe pas d'interaction significative entre le sexe et la présence de suif dans les régimes, les mâles castrés semblent mieux utiliser l'énergie du suif que les femelles. C'est ainsi que chez les premiers l'indice de consommation (en Mcal d'ED/kg de gain) n'est pas modifié par l'incorporation de suif (9,67 contre 9,56) alors que chez les femelles il est sensiblement plus élevé (9,60 contre 9,06).

b) Entre 45 et 100 kg de poids vif (tableau 7).

L'élévation du taux de lysine fait apparaître cette fois, sur l'ensemble des lots, un effet quadratique plus net que pendant la première phase de la croissance (entre 25 et 45 kg de poids vif). Les performances optimales,

aussi bien pour le croît journalier que pour l'indice de consommation, sont réalisées dès le niveau 85 de lysine. L'augmentation du taux de lysine de 15 p. 100 par rapport aux normes recommandées provoque une dépression de la croissance, légère chez les femelles, et plus accentuée chez les mâles castrés.

TABLEAU 7

RESULTATS DE CROISSANCE ET CONSOMMATION ENTRE 45 et 100 kg DE POIDS VIF

SEXE		FEMELLES				MALES CASTRES				SIGNIFICATION STATISTIQUE (1)	
NIVEAU LYSINE		85	100	115	Moy.	85	100	115	Moy.	S \bar{x}	
Gain moyen/J. g.	Suif										
	-	669	666	703	<u>679</u>	606	588	550	<u>581</u>	11,2 (6,6)	L _Q *
	+	678	698	636	<u>670</u>	594	648	584	<u>608</u>		SxSuif (0,10)
Moy.	<u>673</u>	<u>682</u>	<u>669</u>		<u>600</u>	<u>618</u>	<u>567</u>		SxSuifxL _Q **		
Consommation moy./j :											
	- aliment frais										
	-	2,48	2,49	2,50	<u>2,49</u>	2,27	2,30	2,31	<u>2,29</u>		
+	2,22	2,24	2,23	<u>2,23</u>	2,10	2,10	2,10	<u>2,10</u>			
Moy.	<u>2,35</u>	<u>2,36</u>	<u>2,36</u>		<u>2,18</u>	<u>2,20</u>	<u>2,20</u>				
- ED, Mcal											
	-	8,01	8,05	7,98	<u>8,01</u>	7,35	7,44	7,35	<u>7,38</u>		
	+	7,64	7,76	7,64	<u>7,68</u>	7,23	7,27	7,20	<u>7,23</u>		
Moy.	<u>7,82</u>	<u>7,90</u>	<u>7,81</u>		<u>7,29</u>	<u>7,35</u>	<u>7,27</u>				
Indice de consommation - kg al ^t /kg gain											
	-	3,70	3,76	3,57	<u>3,67</u>	3,75	3,92	4,20	<u>3,95</u>	0,06 (6,2)	S **
	+	3,29	3,22	3,51	<u>3,34</u>	3,55	3,25	3,61	<u>3,47</u>		L _L *
Moy.	<u>3,49</u>	<u>3,49</u>	<u>3,54</u>		<u>3,65</u>	<u>3,58</u>	<u>3,90</u>		L _Q *		
											SxL _L (0,10)
											Suif **
											SuifxL _Q **
											SxSuifxL _L **
- ED, Mcal/kg gain											
	-	11,97	12,15	11,40	<u>11,84</u>	12,14	12,68	13,37	<u>12,73</u>	0,20 (6,3)	S **
	+	11,34	11,15	12,02	<u>11,50</u>	12,23	11,27	12,37	<u>11,95</u>		L _L (0,10)
Moy.	<u>11,65</u>	<u>11,65</u>	<u>11,71</u>		<u>12,18</u>	<u>11,97</u>	<u>12,87</u>		L _Q (0,10)		
											SuifxL _Q **
											SuifxL _L **

L'interaction entre le sexe et le suif (seuil 0,10) indique que l'incorporation de ce dernier entraîne une amélioration de la croissance et de l'indice de consommation chez les mâles castrés, mais non chez les femelles.

De même que pendant la première partie de la croissance, nous voyons apparaître une interaction (significative au seuil 0,10) entre le suif et le terme quadratique de la lysine (suif x L_Q) : c'est seulement en présence de suif que l'on observe une amélioration de la croissance et de l'indice de consommation, à la suite de l'élévation du niveau de lysine de 85 à 100.

Subissant un rationnement plus sévère que les femelles (-7 P. 100) les mâles castrés réalisent une vitesse de croissance plus faible et un indice de consommation significativement plus élevé.

c) Résultats globaux entre 25 et 100 kg de poids vif (tableau 8).

Les effets observés sur la période totale sont sensiblement les mêmes qu'en début de croissance (25-45 kg), les meilleurs résultats, tant pour la croissance que pour l'efficacité alimentaire, étant enregistrés au niveau 100 de lysine. L'interaction (significative au seuil 0,05) entre le sexe et le terme linéaire de la lysine (S x L_L) s'explique

par un effet dépressif d'un excès de lysine (niveau 115) sur les performances des mâles castrés. Par ailleurs, l'interaction suif x lysine (terme quadratique) indique une réponse accrue à la lysine en présence de suif, de même que pendant la phase de finition, nous observons une interaction sexe x suif au niveau de l'indice de consommation ; l'introduction de suif dans le régime procure une réponse plus favorable chez les mâles castrés comparativement aux femelles.

TABLEAU 8

RESULTATS DE CROISSANCE ET CONSOMMATION ENTRE 25 et 100 kg DE POIDS VIF

SEXE		FEMELLES				MALES CASTRES				SIGNIFICATION STATISTIQUE (1)	
NIVEAU LYSINE		85	100	115	Moy.	85	100	115	Moy.	S \bar{x}	
Gain moyen/j. g.	Suif										
	-	612	610	649	<u>623</u>	566	569	530	<u>555</u>	9,5 (6,0)	S ** LQ ** S x L _L * suif x LQ ** S x suif x L _L (0,10)
	+	588	646	600	<u>611</u>	548	605	553	<u>568</u>		
Moy.	<u>600</u>	<u>628</u>	<u>624</u>		<u>557</u>	<u>587</u>	<u>541</u>				
Consommation moy./j :	- aliment frais										
	-	2,13	2,13	2,13	<u>2,13</u>	2,00	2,07	2,04	<u>2,04</u>		
	+	1,88	1,96	1,97	<u>1,94</u>	1,84	1,86	1,85	<u>1,85</u>		
Moy.	<u>2,00</u>	<u>2,04</u>	<u>2,05</u>		<u>1,92</u>	<u>1,96</u>	<u>1,94</u>				
- ED, Mcal	-	6,86	6,85	6,81	<u>6,84</u>	6,46	6,67	6,51	<u>6,54</u>		
	+	6,49	6,78	6,77	<u>6,68</u>	6,34	6,45	6,36	<u>6,38</u>		
	Moy.	<u>6,67</u>	<u>6,81</u>	<u>6,79</u>		<u>6,40</u>	<u>6,56</u>	<u>6,43</u>			
Indice de consommation - kg al ¹ /kg gain	-	3,48	3,50	3,30	<u>3,42</u>	3,55	3,64	3,84	<u>3,67</u>	0,05 (5,4)	S ** LQ * Suif ** S x suif * Suif x LQ ** S x suif x L _L **
	+	3,22	3,04	3,29	<u>3,18</u>	3,37	3,08	3,36	<u>3,27</u>		
	Moy.	<u>3,35</u>	<u>3,27</u>	<u>3,30</u>		<u>3,61</u>	<u>3,36</u>	<u>3,60</u>			
- ED, Mcal/kg gain	-	11,21	11,28	10,52	<u>11,00</u>	11,42	11,74	12,26	<u>11,80</u>	0,16 (5,5)	S ** S x L _L (0,10) LQ * Suif * S x Suif (0,10) Suif x LQ ** S x Suif x L _L **
	+	11,10	10,54	11,30	<u>10,98</u>	11,62	10,69	11,52	<u>11,27</u>		
	Moy.	<u>11,15</u>	<u>10,91</u>	<u>10,91</u>		<u>11,52</u>	<u>11,21</u>	<u>11,89</u>			

3) Composition corporelle (tableau 9).

L'élévation du taux de lysine s'accompagne d'une augmentation du pourcentage de longe dans la carcasse et d'une diminution de pourcentage de bardière, mais seulement dans le cas des femelles. Il en est de même si l'on considère le rapport longe/bardière et l'épaisseur moyenne du lard dorsal. En ce qui concerne le poids du jambon, il ne subit aucune modification. Compte tenu de l'ensemble de ces critères, le niveau 100 de lysine correspond à l'optimum, tout au moins chez les femelles.

Le remplacement d'une fraction des céréales par du suif, pour un même apport d'énergie, se traduit par une augmentation du rendement des carcasses (75,1 p. 100 contre 74,2). L'état d'adiposité de ces dernières est accru de la même façon mais seulement chez les mâles castrés (interaction sexe x suif significative).

TABEAU 9
RESULTATS DE COMPOSITION CORPORELLE

SEXE		FEMELLES				MALES CASTRES				SIGNIFICATION STATISTIQUE	
NIVEAU LYSINE		85	100	115	Moy.	85	100	115	Moy.	S \bar{x}	
Rendement	Suif									0,47 (2,4)	Suif *
	-	74,6	74,4	75,1	<u>74,7</u>	73,3	74,2	74,0	<u>73,8</u>		
	+	76,0	75,5	74,1	<u>75,2</u>	74,8	75,2	75,0	<u>75,0</u>		
	Moy.	<u>75,3</u>	<u>75,0</u>	<u>75,1</u>		<u>74,1</u>	<u>74,7</u>	<u>74,5</u>			
Jambon (1)	-	21,0	21,3	21,4	<u>21,3</u>	21,6	21,3	21,0	<u>21,3</u>	0,19 (3,3)	Suif (0,10) SxsuifxLL (0,10)
	+	21,5	22,1	21,7	<u>21,8</u>	21,0	21,3	21,6	<u>21,2</u>		
	Moy.	<u>21,3</u>	<u>21,7</u>	<u>21,6</u>		<u>21,3</u>	<u>21,3</u>	<u>21,3</u>			
Longe (1)	-	29,3	31,3	31,5	<u>30,7</u>	30,7	30,2	29,8	<u>30,2</u>	0,31 (3,9)	S * L _L ** Sx L _L **
	+	29,3	31,2	31,6	<u>30,7</u>	29,9	29,9	30,1	<u>29,9</u>		
	Moy.	<u>29,3</u>	<u>31,2</u>	<u>31,6</u>		<u>30,3</u>	<u>30,0</u>	<u>29,9</u>			
Bardière (1)	-	17,5	15,3	15,1	<u>16,0</u>	15,0	15,8	16,3	<u>15,7</u>	0,42 (10,0)	S (0,10) SxL _L ** SxSuif *
	+	16,1	14,7	14,4	<u>15,0</u>	16,4	16,3	16,8	<u>16,5</u>		
	Moy.	<u>16,8</u>	<u>15,0</u>	<u>14,7</u>		<u>15,7</u>	<u>16,1</u>	<u>16,5</u>			
Panne (1)	-	2,6	2,5	2,4	<u>2,5</u>	2,7	2,8	3,0	<u>2,8</u>	0,12 (17,2)	S * SxL _L (0,10) LQ (0,10) Suif (0,10)
	+	2,8	2,2	2,3	<u>2,4</u>	2,7	2,3	2,5	<u>2,5</u>		
	Moy.	<u>2,7</u>	<u>2,3</u>	<u>2,4</u>		<u>2,7</u>	<u>2,5</u>	<u>2,8</u>			
Longe/bardière	-	1,69	2,07	2,11	<u>1,95</u>	2,09	1,91	1,84	<u>1,94</u>	0,07 (13,9)	S * SxL _L ** L _L (0,10) Sxsuif (0,10)
	+	1,84	2,15	2,24	<u>2,07</u>	1,84	1,86	1,80	<u>1,83</u>		
	Moy.	<u>1,76</u>	<u>2,11</u>	<u>2,17</u>		<u>1,96</u>	<u>1,88</u>	<u>1,82</u>			
Ep. Moy. Iard dorsal, $\frac{R+D}{2}$, mm	-	31,1	25,3	24,4	<u>26,9</u>	24,6	25,7	26,5	<u>25,6</u>	0,08 (12,7)	SxL _L ** Sxsuif ** Suif x L _L *
	+	24,9	28,0	28,3	<u>27,1</u>	24,9	28,0	28,3	<u>27,1</u>		
	Moy.	<u>28,0</u>	<u>26,6</u>	<u>26,3</u>		<u>24,7</u>	<u>26,8</u>	<u>27,4</u>			

(1) p. 100 poids net.

Les résultats concernant les variations de densité du "Rein" ou ensemble longe + bardière sont présentés dans le tableau 10, qui donne la répartition des carcasses dans les différentes classes d'état d'engraissement.

TABEAU 10
REPARTITION DES CARCASSES DANS LES CLASSES DE DENSITE DU REIN (p. 100 des effectifs)

SEXE CASTRATION	DENSITE REGIMES	1035	1035-1040	1040-1045	1045
MALES	avec suif	5,2	57,9	26,3	10,5
	sans suif	45,0	45,0	5,0	5,0
CASTRES	niveau (85	17,6	41,2	29,4	11,8
	(100	22,2	66,6	-	11,1
	(115	38,5	53,8	7,7	-
FEMELLES	avec suif	22,2	22,2	38,9	16,7
	sans suif	9,5	33,3	28,6	28,6
	niveau (85	35,7	42,8	21,4	-
	(100	6,2	18,8	50,0	25,0
	(115	-	22,2	22,2	55,5

- chez les mâles castrés, un apport accru de lysine au-delà du niveau 85 n'améliore pas la qualité des carcasses : dans les classes de densité supérieure à 1,040, on retrouve respectivement 41, 11 et seulement 8 p.100 des effectifs pour les niveaux 85, 100 et 115.
- chez les femelles, l'élévation du niveau de lysine s'accompagne au contraire d'une amélioration très sensible de la qualité des carcasses. Pour les niveaux de lysine 85, 100 et 115, on retrouve respectivement 21, 75 et 78 p.100 des carcasses dans les classes de densité supérieure à 1,040.

DISCUSSION

La présente expérience a constitué une première approche de l'étude du besoin de lysine chez le porc, en fonction de l'intensité optimum de rationnement, compatible avec l'obtention de carcasses à faible état d'engraissement, aussi bien chez les femelles que chez les mâles castrés. D'après les performances de croissance, l'efficacité alimentaire et les caractéristiques de composition corporelle, les meilleurs résultats sont obtenus à l'aide d'un régime renfermant 3,0 g de lysine pour 1.000 Kcal ED entre 25 et 45 kg de poids vif, pour s'abaisser à 2,5 g entre 45 et 100 Kg. Si l'on considère les performances enregistrées au-delà de 45 kg de poids vif, il semble toutefois que le niveau de 2,2 g de lysine pour 1.000 Kcal ED soit suffisant pendant la phase terminale de l'engraissement. Cette recommandation est valable à la fois pour les femelles, soumises à une alimentation relativement libérale, et pour les mâles castrés, qui ont à subir un rationnement nettement plus sévère en période de finition. Cependant, au niveau de la composition corporelle, les castrés réagissent beaucoup moins favorablement que les femelles à une augmentation du taux de lysine.

A partir des données de consommation du lot 2 (niveau 100 de lysine), nous avons rapporté, dans le tableau 11, les apports journaliers correspondants en lysine, en fonction du poids vif et du sexe. Ces valeurs représentent une première approximation du besoin du porc en cet acide aminé, dans les conditions optimales de rationnement, en dépit probablement d'une légère surestimation pendant la période de finition ; cette dernière peut être chiffrée aux alentours de 10 p. 100, si l'on suppose que le niveau de 2,2 g de lysine/1.000 Kcal ED correspond à l'optimum en fin d'engraissement. On remarque que les normes proposées, en g pour 1.000 Kcal ED, sont voisines de celles définies antérieurement en alimentation restreinte (RERAT et LOUGNON 1966 ; A.R.C. 1967) et sont plus élevées que celles définies en alimentation à volonté, dans le cadre du N.R.C. (1968). Les résultats ainsi obtenus confirment une fois de plus que les recommandations du N.R.C. semblent marginales pendant la première phase de la croissance, suivant que les animaux sont rationnés ou même nourris à volonté, comme nous l'avons montré précédemment (HENRY, RERAT et TOMASSONE, 1971). Sur la base de l'apport journalier, le profil du besoin de lysine pour les mâles castrés se rapproche de celui précisé par POPPE et WIESEMULLER (1968) pour le même type d'animal, maintenu en cages à bilan à un niveau d'alimentation contrôlé. Dans le cas des femelles, l'apport journalier de lysine est plus élevé, compte tenu précisément d'un niveau d'alimentation plus libéral. Il est à noter, en outre, que l'application aux mâles castrés d'un niveau d'alimentation plus sévère qu'aux femelles n'a pas besoin d'être compensé par une augmentation correspondante du taux de lysine relativement à l'énergie. Bien au contraire, le besoin relatif de lysine chez le mâle castré sévèrement restreint semble au plus égal à celui de la femelle nourrie presque à volonté. Quoi qu'il en soit, dans le cas particulier de la femelle, nous avons observé antérieurement qu'une restriction énergétique doit s'accompagner d'une compensation partielle de l'apport azoté journalier, ce qui a pour conséquence une augmentation du taux de matières azotées dans la ration (RERAT, HENRY et DESMOULIN, 1971).

TABLEAU 11

PROFIL OPTIMUM D'APPORT JOURNALIER DE LYSINE EN FONCTION DU SEXE ET DU PLAN DE RATIONNEMENT CORRESPONDANT :
CONSOMMATION MOYENNE DES LOTS 2 ET 5 (NIVEAU 100 DE LYSINE)

POIDS VIF, Kg	25	30	40	50	60	70	80
Energie digestible, Mcal/j :							
FEMELLES	3,6	4,1	5,2	6,5	7,5	8,2	8,9
MALES CASTRES					7,5	7,7	7,7
Lysine, g/j :							
FEMELLES	10,5	12,0	15,2	16,4	18,9	21,7	22,2
MALES CASTRES					18,9	19,4	19,4

La diminution du C.U.D. de l'énergie de 1,5 point à la suite de l'introduction de 6 p. 100 de suif dans un régime à base de céréales et de tourteau de soja, nous conduit à conclure à une utilisation digestive relativement médiocre du produit utilisé. Ce dernier, de qualité premier jus, était caractérisé par un point de fusion élevé, en raison de la forte teneur en acide stéarique, dont on connaît la mauvaise digestibilité, comparativement aux autres acides gras (FLANZY et al. 1968). Il faut d'ailleurs remarquer que, dans le cas d'un produit de qualité normale, la valeur énergétique du suif se situe aux alentours de 7.700 Kcal d'énergie métabolisable/kg, si l'on se réfère aux résultats obtenus par SALMON-LEGAGNEUR et al., (1970) sur truie en gestation. L'écart entre la valeur énergétique mesurée et celle initialement prévue pour le suif a entraîné une diminution du niveau d'ingestion en énergie digestible, dans les lots à base de suif. Par voie de conséquence, on note une légère détérioration des performances de croissance par rapport aux régimes témoins sans matières grasses. Une autre observation intéressante concernant l'utilisation du suif par le porc en croissance doit être soulignée. Ainsi qu'il ressort du gain moyen journalier et de l'indice de consommation, le porc mâle castré tire un plus grand bénéfice de l'ingestion de matières grasses que la femelle ; il en est de même du porc en finition vis-à-vis du jeune, pendant la première phase de sa croissance, en raison vraisemblablement d'une aptitude plus marquée à déposer une quantité importante de lipides. On sait de toute façon que les acides gras longs sont déposés préférentiellement dans le tissu adipeux (FLANZY et al. 1970 ; HENRY et DE WILDE, 1973), et ceci d'autant plus que le développement du tissu adipeux est lui-même plus important. Inversement, on peut en déduire que l'introduction de matières grasses comme le suif, dans la ration du porc, pour un même apport d'énergie digestible, ne modifie en rien le développement des masses maigres et par suite le besoin en lysine pour la croissance.

EN CONCLUSION, si l'on se fixe comme objectif l'obtention de carcasses à musculature développée et à faible état d'engraissement, le profil optimum d'apport de lysine, dans des régimes correctement pourvus par ailleurs en matières azotées, correspond aux normes actuellement admises, à savoir respectivement 3,0 et 2,5 g de lysine pour 1.000 Kcalories d'énergie digestible, entre 25 et 45 kg de poids vif, puis entre 45 et 100 kg, à la fois chez les femelles et chez les mâles castrés ; chez ces derniers, cependant, l'état d'engraissement est davantage fonction de l'intensité de la restriction énergétique que du niveau de lysine. Il est possible que ces recommandations soient légèrement surestimées, principalement pendant la période de finition, mais, inversement, on peut estimer que le niveau de 2,3 g de lysine/1.000 Kcal ED est insuffisant pendant la première phase de la croissance. Par ailleurs, la modification de l'apport énergétique, à la suite de l'incorporation de suif dans le régime est sans conséquence sur l'importance du besoin du porc en lysine relativement à l'énergie.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DESMOULIN B., 1969. Influence de l'alimentation restreinte sur les performances du porc : variations suivant le sexe. *Journées Rech. Porcine en France*, 67-71, I.N.R.A. - I.T.P., éd. PARIS.
- DESMOULIN B., 1970. La détermination de la densité corporelle. I. - Principes et conditions d'une mesure directe de l'état d'engraissement de la carcasse de porc, *Journées Rech. Porcine en France*, 171-175, I.N.R.A. - I.T.P., éd., PARIS.
- DESMOULIN B., BOURDON D., 1971 - La séparation des porcs mâles castrés et des porcs femelles en alimentation restreinte depuis le sevrage. *Journées Rech. Porcine en France*, 73-79, 81-90, I.N.R.A. - I.T.P., éd. PARIS.
- DESMOULIN B., 1973. Qualité des carcasses de porcs Large-White : aptitudes aux rationnements suivant le sexe et après la castration. *Journées Rech. Porcine en France*, 189-199, I.N.R.A. - I.T.P., éd. PARIS.
- FLANZY J., RERAT A., FRANCOIS A.C., 1968. Etude de l'utilisation digestive des acides gras chez le porc. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, 8, 537-548.
- FLANZY J., FRANCOIS A.C., RERAT A., 1970. Utilisation métabolique des acides gras chez le porc. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, 10, 603-620.

- HENRY Y., RERAT A., 1966. Utilisation des pommes de terre déshydratées et fraîches dans l'alimentation du porc en croissance, en comparaison avec l'orge. **Ann. Zootech.**, **15**, 231-251.
- HENRY Y., DE WILDE R., 1973. Incorporation de proportions variables de matières grasses (huile d'arachide) dans le régime du porc en croissance-finition, en relation avec le taux de matières azotées. I. - Influence sur l'utilisation digestive des constituants énergétiques et azotés, et la rétention azotée. **Ann. Zootech.**, **22**, 167-184.
- HENRY Y., RERAT A., TOMASSONE R., 1971. Etude du besoin en lysine du porc en croissance-finition. Application de l'analyse multidimensionnelle. **Ann. Zootech.**, **20**, 521-550.
- MOAL J., GAYE A., DESMOULIN, 1972. Rationnement progressif des porcs recevant des régimes "Maïs + Soja". **Journées Rech. Porcine en France** - 121-125, I.N.R.A. - I.T.P., éd. PARIS.
- PION R., FAUCONNEAU G., 1966. Les acides aminés des protéines alimentaires. Méthodes de dosage et résultats obtenus. **Cahiers de l'AEC**, n° 6, 157-175, AEC, Commentry (03).
- POPPE S., WIESEMULLER W., 1968. Untersuchungen über den Aminosäurenbedarf Wachsender Schweine. I. - Bestimmung des lysinsbedarfes mit Hilfe der N - Bilanz Methode. **Arch. Tierernäh.**, **18**, 392-404.
- RERAT A., HENRY Y., DESMOULIN B., 1971 - Influence d'une restriction énergétique sur le besoin azoté de croissance du porc femelle. **Journées Rech. Porcine en France**. 65-72, I.N.R.A., I.T.P. éd., PARIS.
- RERAT A., LOUGNON J., 1966. Les besoins en aminoacides du porc en croissance (revue). **Cahiers de l'AEC**, n° 6 - 343-422, AEC, COMMENTRY (03).
- SALMON-LEGAGNEUR E., FRIEND D.W., GUEGUEN L., 1970. Etude de l'utilisation de différentes graisses par la truie en gestation. **Journées Rech. Porcine en France**, 117-122, I.N.R.A., I.T.P., éd. PARIS.