



**HAL**  
open science

# ÉTUDE DU BESOIN EN LYSINE DU PORC EN CROISSANCE-FINITION. APPLICATION DE L'ANALYSE MULTIDIMENSIONNELLE

Y. Henry, A. Rérat, R. Tomassone, C. Dauloudet, A. Gaye

► **To cite this version:**

Y. Henry, A. Rérat, R. Tomassone, C. Dauloudet, A. Gaye. ÉTUDE DU BESOIN EN LYSINE DU PORC EN CROISSANCE-FINITION. APPLICATION DE L'ANALYSE MULTIDIMENSIONNELLE. *Annales de zootechnie*, 1971, 20 (4), pp.521-550. <hal-00887133>

**HAL Id: hal-00887133**

**<https://hal.science/hal-00887133v1>**

Submitted on 11 May 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

# ÉTUDE DU BESOIN EN LYSINE DU PORC EN CROISSANCE-FINITION. APPLICATION DE L'ANALYSE MULTIDIMENSIONNELLE

Y. HENRY, A. RÉRAT et R. TOMASSONE \*  
avec la collaboration technique de C. DAULOUDET et A. GAYE

*Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs,*

*Laboratoire de Biométrie, \**

*Centre national de Recherches zootechniques, I. N. R. A.,  
78 - Jouy-en-Josas*

---

## RÉSUMÉ

La supplémentation, chez le Porc en croissance-finition, de régimes semi-purifiés à base de protéines de tournesol par la *l*-lysine, suivant un dispositif factoriel comportant 3 taux de protéines (12, 16 et 20 p. 100) et 3 doses de lysine (0, 1,5 et 3 p. 100 des protéines), a permis de mettre en évidence une influence favorable de la lysine supplémentaire sur les performances de croissance, l'efficacité alimentaire et les caractéristiques de composition corporelle. Cet effet est d'autant plus net que le taux de protéines est plus élevé ; il est également plus marqué chez les femelles que chez les mâles castrés. En fonction des résultats obtenus, on peut estimer le besoin en lysine, chez des porcs d'un poids compris entre 20 et 60 kg, à 1,02 et 0,82 p. 100 d'un régime renfermant environ 3 400 kcal d'énergie digestible/kg, respectivement pour les femelles et les mâles castrés ; les quantités correspondantes de lysine pour 1 000 kcal d'énergie digestible sont de 2,9 et 2,5 g. Ce besoin est plus faible pendant la période de finition et se situe aux alentours de 0,6 p. 100 de la ration, soit 1,8 g de lysine pour 1 000 kcal d'énergie digestible.

Par ailleurs, l'analyse des composantes principales sur les 12 données de la découpe des carcasses a fait ressortir cinq composantes expliquant 78 p. 100 de la variation totale et représentant successivement l'opposition gras-maigre, le développement précoce du jambon et de la poitrine, la conformation générale de l'animal, le développement du jambonneau et enfin le développement tardif en longueur. L'analyse de variance sur ces composantes a montré que la supplémentation des protéines de tournesol par la lysine, tout comme l'élévation quantitative de l'apport azoté a pour effet non seulement d'améliorer le rapport viande-graisse dans les carcasses, mais encore d'entraîner une modification de la conformation de ces dernières dans le sens d'une stimulation du développement des régions les plus précoces du corps, c'est-à-dire le jambon et la région thoracique. Une analyse factorielle des correspondances sur les résultats de composition corporelle a permis d'aboutir à des conclusions du même ordre.

---

## INTRODUCTION

Après avoir procédé à une étude statistique des données bibliographiques concernant les besoins en acides aminés indispensables du Porc en croissance-finition, RÉRAT et LOUGNON (1966) ont conclu à une extrême diversité des estimations selon

les auteurs. Il en est ainsi plus particulièrement lorsque les besoins sont exprimés en pourcentage de la ration, compte tenu de l'intervention de nombreuses sources de variation systématiques, dont l'âge (ou le poids vif), le niveau d'ingestion et la valeur énergétique des régimes. Si le fait de rapporter le besoin au contenu énergétique de la ration a permis d'aboutir à une meilleure précision dans l'établissement des normes, en fonction du niveau énergétique des régimes (MITCHELL *et al.*, 1965 ; LERNER, 1968 ; RÉRAT *et al.*, 1970), il n'en demeure pas moins que de nombreuses variations subsistent, que l'on peut attribuer aux animaux eux-mêmes (souche génétique, sexe, effet de la castration), aux régimes (disponibilité des acides aminés, interaction entre les constituants) ou aux conditions d'environnement (température, par exemple).

Il nous est dès lors apparu nécessaire de rechercher un modèle plus précis pour l'estimation des besoins d'acides aminés aux divers stades physiologiques de la croissance du Porc, en intégrant les différents facteurs de variation. C'est pourquoi une première approche a été tentée par l'étude du besoin en lysine chez le Porc en croissance-finition, basée sur le principe de la supplémentation d'une protéine naturelle déficiente en cet acide aminé, mais relativement bien équilibrée par ailleurs. La technique utilisée est la même que celle mise au point antérieurement sur le Rat blanc en croissance (RÉRAT et HENRY, 1963). Elle porte sur l'utilisation du tourteau de tournesol comme seule source azotée, dans des régimes semi-purifiés, suivant un dispositif factoriel comportant plusieurs taux de protéines et des doses variables de lysine supplémentaire par rapport aux protéines. La détermination du taux optimal de supplémentation est basée sur les performances de croissance, l'efficacité alimentaire et les caractéristiques de composition corporelle. De plus, l'utilisation des techniques d'analyse multidimensionnelle a permis d'étudier les effets du taux de protéines et de la supplémentation en lysine, de façon globale et synthétique, sur l'ensemble des variables traduisant la composition corporelle et la conformation des carcasses. Des résultats fragmentaires de cette étude ont déjà fait l'objet de publications antérieures (RÉRAT, 1966 ; RÉRAT *et al.*, 1970).

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'expérience consiste en une supplémentation de régimes semi-purifiés à base de tourteau de tournesol par la lysine industrielle, suivant un schéma factoriel du type  $3 \times 3$  :

— 3 taux de protéines de tournesol : 12, 16 et 20 p. 100 du régime ; le taux de 20 p. 100 a été choisi comme devant assurer la couverture du besoin en lysine (0,8 p. 100 de la ration au-delà de 20 kg de poids vif), les taux de 12 et 16 p. 100 faisant apparaître au contraire un net déficit en lysine par rapport aux normes actuelles (N. R. C., 1968).

— 3 doses de L-lysine supplémentaire : 0, 1,5 et 3 p. 100 des protéines de la ration.

### *Expérience en lots*

Soixante-douze porcelets de race *Large White*, d'un poids vif moyen initial de 23 kg, sont ainsi répartis en 9 lots de 8 (4 mâles castrés et 4 femelles), selon un plan factoriel en parcelles subdivisées ; le facteur « taux azoté » est confondu avec le facteur « blocs », chaque bloc étant constitué par des groupes de 3 animaux, issus d'une même portée, de même sexe et de même poids.

TABLEAU I  
Composition et caractéristiques des régimes expérimentaux

MA, % régime . . . . .	12			16			20		
	0	1,5	3	0	1,5	3	0	1,5	3
L-Lysine supp., % MA . . . . .	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Composition %</i>									
Tourteau de tournesol (1) . . . . .	27	27	27	36	36	36	45	45	45
Amidon de maïs . . . . .	52,64	52,58	52,52	45,22	45,14	45,06	41,4	41,3	41,2
Sucre cristallisé . . . . .	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Huile d'arachide . . . . .	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Cellulose de bois (2) . . . . .	2,6	2,6	2,6	1,3	1,3	1,3	—	—	—
Mélange minéral (3) . . . . .	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Mélange vitaminique (3) . . . . .	2	2	1	2	2	2	2	2	2
L-Lysine HCl (4) . . . . .	—	0,24	0,48	—	0,32	0,64	—	0,40	0,80
Glycocolle . . . . .	0,36	0,18	—	0,48	0,24	—	0,60	0,30	—
<i>Résultats d'analyse %</i>									
Matière sèche . . . . .	88,1	88,4	88,6	89,6	87,4	88,4	89,3	90,1	87,9
MA (N × 6,25) . . . . .	12,1	11,8	11,5	16,1	15,6	16,0	18,9	19,5	19,6
<i>Teneur calculée en lysine totale, % régime (5) . . . . .</i>									
	0,43	0,61	0,79	0,58	0,82	1,06	0,72	1,02	1,32
<i>Lysine, g/1 000 kcal d'énergie digestible (6) . . . . .</i>									
	1,26	1,78	2,30	1,69	2,46	3,14	2,07	2,91	3,86

(1) Tourteau à 93,2 de matière sèche, renfermant 43,8 p. 100 de matières azotées et 13,1 p. 100 de cellulose brute.

Teneur en lysine : 3,65 g/16 g N (d'après un dosage effectué par PION, communication personnelle).

(2) Cellulose purifiée extraite du bois (Éts Pronoval-Novacel, Alizay, 27).

(3) HENRY et RÉRAT, 1964.

(4) Produit commercial fabriqué par Rhône-Poulenc : 95 p. 100 de L-lysine HCl à 80 p. 100 de lysine base.

(5) D'après la teneur en lysine du tourteau de tournesol.

(6) D'après la valeur énergétique mesurée directement sur les régimes (tabl. 2).

Chacune des répétitions, alternativement mâle et femelle, est alors formée de 3 blocs, affectés au hasard aux 3 taux azotés ; les animaux, choisis au hasard à l'intérieur d'un même bloc, sont soumis ensuite aux 3 taux de lysine, comme le montre le schéma ci-après :

Bloc n°	Matières azotées (%)	Lysine supplémentaire p. 100 protéines		
		0	1,5	3
1	12	1 <sup>+</sup>	2	3
2	16	4	5	6
3	20	7	8	9

+ n° du régime ou du lot.

La composition des régimes expérimentaux est rapportée dans le tableau 1. Les régimes, du type semi-synthétique et présentés sous forme de granulés de 5 mm de diamètre, renferment 3 taux différents de tourteau de tournesol : 27, 36 et 45 p. 100, avec un complément d'amidon de maïs, de sucre cristallisé, de minéraux et de vitamines. Ils sont rééquilibrés en cellulose par incorporation de cellulose de bois purifiée ; de même, l'addition de lysine dans les régimes supplémentés a nécessité un apport complémentaire d'azote, sous forme de glycocole, pour égaliser les teneurs en matières azotées.

Les animaux, élevés en loges individuelles, sont nourris selon le mode *semi-ad libitum*, à raison de 3 repas par jour (à 7 h, 11 h 30 et 17 h 30). Ils sont pesés tous les 14 jours. A 90 kg, ils sont abattus et les carcasses sont découpées suivant la technique parisienne, après un ressuyage de 24 heures.

*Étude de la digestibilité et de la valeur énergétique des régimes*

Un essai complémentaire a été réalisé en cages de digestibilité, afin d'estimer la valeur énergétique des régimes selon le taux d'incorporation du tourteau de tournesol. Il a été limité à la comparaison des régimes non supplémentés 1, 4 et 7. Neuf porcs mâles castrés, d'un poids initial de 40 kg, sont ainsi répartis à raison de 3 par lot, suivant un dispositif en blocs complets et soumis à un même niveau d'alimentation, soit respectivement 1,2, 1,5 et 1,7 kg/j au cours des 3 périodes. Trois collectes consécutives, d'une durée de 6 jours chacune, sont effectuées pendant 35 jours. Les modalités expérimentales ont été décrites dans une publication antérieure (HENRY et RÉRAT, 1966).

*Analyse statistique des résultats*

Elle a été réalisée sur un ordinateur IBM 1130 (Laboratoire de Biométrie, I. N. R. A., Champenoux, 54), à l'aide d'un programme d'analyse de variance en parcelles subdivisées deux fois, établi par Mme ZELLER et qui permet d'obtenir la décomposition suivante de la variance :

Source de variation	Degrés de liberté		
Répétitions .....	7		
Sexe .....		1	
Erreur A .....		6	
Blocs .....	23		
Blocs dans répétitions .....	16		
Taux azoté (N) .....		2	
Terme linéaire (N <sub>1</sub> ) .....			1
Terme quadratique (N <sub>2</sub> ) .....			1
Interaction sexe × taux azoté (SN) .....		2	
Terme linéaire : SN <sub>1</sub> .....			1
Terme quadratique : SN <sub>2</sub> .....			1
Erreur B .....		12	
Lysine (L) .....		2	
Terme linéaire (L <sub>1</sub> ) .....			1
Terme quadratique (L <sub>2</sub> ) .....			1
Interaction sexe × lysine (SL) .....		2	
Terme linéaire : SL <sub>1</sub> .....			1
Terme quadratique : SL <sub>2</sub> .....			1
Interaction taux azoté × Lysine (NL) .....		4	
N <sub>1</sub> L <sub>1</sub> .....			1
N <sub>1</sub> L <sub>2</sub> .....			1
N <sub>2</sub> L <sub>1</sub> .....			1
N <sub>2</sub> L <sub>2</sub> .....			1
Erreur .....		39	
Variation totale .....	71	— 1 = 70 (1)	

(1) Une donnée manquante, un porc étant mort accidentellement en cours d'expérience.

Parallèlement à l'analyse de variance sur les données de croissance, de consommation et de composition corporelle, il a été procédé à une analyse des composantes principales sur les résultats de la découpe des carcasses, suivie d'une analyse de variance sur ces composantes et d'une analyse factorielle des correspondances. La méthode de calcul sera décrite ultérieurement en même temps que les résultats.

## RÉSULTATS

I. — *Digestibilité et valeur énergétique des régimes (tabl. 2)*

Les résultats en cages de digestibilité font apparaître, pour une même ingestion journalière de matière sèche (1 345 g), une amélioration significative du gain moyen journalier lorsque le taux de matières azotées s'élève de 12 à 16 p. 100 ; le taux de 20 p. 100 ne procure aucune amélioration supplémentaire de la vitesse de croissance.

TABLEAU 2

*Résultats de digestibilité*

Durée : 35 jours (3 périodes de collecte de 6 jours)

Nombre d'animaux par lot : 3

Poids moyen initial : 39,9 kg ; final : 56,9 kg

Matière sèche ingérée/j : 1,345 kg

Matières azotées, %	12	16	20	Signification statistique $s_{\bar{x}}$ (1)
Gain moyen/j (g) . . . . .	433	519	505	8,3 (2,9)**
Azote ingéré (g/j) . . . . .	28,96	38,74	47,54	
CUD N (2) . . . . .	87,2	88,4	89,6	0,32 (0,62)*
N retenu (g/j) . . . . .	11,40	15,97	16,82	0,16 (1,9)**
CR N (3) . . . . .	46,0	46,1	39,5	0,77 (3,1)*
Énergie brute ingérée, (kcal/j) . . . . .	5 925	5 952	6 035	
CUD Énergie (2) . . . . .	88,1	86,4	86,6	0,28 (0,57)*
Énergie digestible, kcal/kg matière sèche (4) . . . . .	3 881 ± 25	3 819 ± 26	2 887 ± 22	

(1)  $s_{\bar{x}}$  : écart-type de la moyenne (entre parenthèses : coefficient de variation).

Seuils de signification : \* : 0,05, \*\* : 0,01.

(2) CUD (coefficient d'utilisation digestive apparent) :  $\frac{\text{Élément ingéré} - \text{élément fécal}}{\text{Élément ingéré}} \times 100$ .(3) CRN (coefficient de rétention azotée) =  $\frac{N \text{ retenu}}{N \text{ absorbé}} \times 100 = \frac{N \text{ absorbé} - N \text{ urinaire}}{N \text{ absorbé}} \times 100$ .

(4) Les valeurs moyennes sont indiquées avec leurs écarts-types.

TABLEAU 3  
*Résultats moyens de croissance et de consommation*  
 Nombre d'animaux par lot : 8  
 Poids initial : 23,2 kg ; final : 92,5 kg

Intervalle de poids (kg)		20-60			60-90			20-90			
Matières azotées (%)	Lysine supp. % MA	Sexe (1)	Gain/j	Cons./j	Indice cons.	Gain/j	Cons./j	Indice cons.	Gain/j	Cons./j	Indice cons.
			(g)	(kg)		(g)	(kg)		(g)	(kg)	
12	0	♂	532	1,82	3,43	1 011	3,30	3,27	694	2,32	3,35
		♀	364	1,44	3,98	709	2,40	3,44	482	1,77	3,70
	1,5	♂	584	1,75	3,01	766	2,65	3,50	652	2,11	3,25
		♀	495	1,55	3,16	892	2,61	2,97	619	1,88	3,07
16	3	♂	487	1,57	3,24	844	2,71	3,21	602	1,96	3,26
		♀	529	1,61	3,04	846	2,43	2,89	643	1,91	2,97
	0	♂	546	1,72	3,18	836	2,81	3,42	644	2,10	3,27
		♀	454	1,63	3,61	884	2,92	3,31	574	1,99	3,47
20	1,5	♂	644	1,82	2,87	866	3,06	3,53	737	2,32	3,16
		♀	568	1,60	2,81	831	2,71	3,26	670	2,02	3,02
	3	♂	621	1,80	2,93	682	2,40	3,59	648	2,05	3,22
		♀	501	1,44	2,90	851	2,81	3,30	618	1,89	3,08
20	0	♂	553	1,71	3,12	879	3,15	3,57	665	2,25	3,40
		♀	469	1,51	3,30	877	2,73	3,16	602	1,92	3,21
	1,5	♂	589	1,74	2,96	872	3,18	3,67	682	2,23	3,80
		♀	595	1,58	2,76	749	2,60	3,50	655	2,00	3,11
3	♂	590	1,73	2,96	916	3,10	3,40	726	2,25	3,13	
	♂	540	1,60	2,97	809	2,68	3,30	634	1,97	3,12	

TABLEAU 3 (suite)

Intervalle de poids (kg)		20-60			60-90			20-90		
Matières azotées (%)	Lysine supp. % MA	Gain/j (g)	Cons./j (kg)	Indice cons.	Gain/j (g)	Cons./j (kg)	Indice cons.	Gain/j (g)	Cons./j (kg)	Indice cons.
Analyse statistique (2)										
Effets principaux — valeurs moyennes										
Sexe (S) { $\begin{cases} \delta \\ \varphi \end{cases}$ }										
Mat. azotées % (N) { $\begin{cases} 12 \\ 16 \\ 20 \end{cases}$ }										
Lysine { $\begin{cases} 0 \\ 1,5 \\ 3 \end{cases}$ }										
supp. % mat. azotées (L) { $\begin{cases} 487L_1 \\ 579^{**} \\ 545L_2^{**} \end{cases}$ }										
Effets d'interaction										
SN	SN <sub>1</sub>									
	SN <sub>2</sub>									
SL	SL <sub>1</sub>	*		**			**			**
	SL <sub>2</sub>			**			**	*		**
NL	N <sub>1</sub> L <sub>1</sub>			*			*			*
	N <sub>1</sub> L <sub>2</sub>									
	N <sub>2</sub> L <sub>1</sub>									
	N <sub>2</sub> L <sub>2</sub>									

(1) ♂ mâles castrés, ♀ : femelles.  
 (2) *sx* : écart-type de la moyenne par lot, d'après la résiduelle intrablocs (entre parenthèses, coefficient de variation).  
 Seuils de signification : \*\* : 0,01 ; \* : 0,05  
 Termes linéaires : N<sub>1</sub> L<sub>1</sub> ; termes quadratiques : N<sub>2</sub>, L<sub>2</sub>

L'augmentation du taux de protéines de tournesol est accompagnée d'une amélioration de la digestibilité apparente de ces dernières ; il en est de même de la rétention azotée et du coefficient de rétention azotée. Inversement, le coefficient d'utilisation digestive de l'énergie est abaissé de 88,1 p. 100 pour 12 p. 100 de matières azotées à 86,4 et 86,6 respectivement pour 16 et 20 p. 100. Les valeurs énergétiques correspondantes sont respectivement 3 881, 3 819 et 3 887 kcal d'énergie digestible par kg de matière sèche.

## 2. — Croissance et consommation (tabl. 3)

### a) Résultats moyens par période.

Afin de tenir compte de l'évolution avec l'âge des besoins d'acides aminés relativement à l'énergie, il a été procédé à un découpage de la période totale 20-90 kg de poids vif en deux intervalles de poids : 20-60 kg et 60-90 kg. Les résultats sont donnés pour ces trois périodes.

Entre 20 et 60 kg de poids vif, on observe une influence significative du sexe sur la consommation journalière d'aliment, plus élevée chez les mâles (1,74 kg) que chez les femelles (1,55 kg). La même différence, quoique non significative, apparaît au niveau du gain moyen journalier (572 g pour les mâles contre 502 pour les femelles).

L'élévation du taux de matières azotées entraîne une amélioration du gain moyen journalier et de l'indice de consommation, mais seulement entre 12 et 16 p. 100, tandis que la consommation moyenne journalière d'aliment est inchangée.

De la même façon, à la suite de l'addition de doses croissantes de lysine, on ne relève dans l'ensemble aucune modification significative du niveau d'ingestion spontanée de nourriture ; il est à noter toutefois que l'application de la dose supérieure de lysine (3 g pour 100 g de protéines) se traduit, chez les mâles recevant le régime à 12 p. 100 de protéines, par une dépression de la consommation.

Quant au gain moyen journalier, il subit une évolution d'allure parabolique, en fonction du taux de lysine, avec un maximum pour 1,5 p. 100 de lysine par rapport aux protéines, soit 579 g/j contre 487 pour les régimes non supplémentés et 545 seulement à la dose de 3 p. 100 de lysine supplémentaire. Il en est de même de l'indice de consommation : la valeur minimale (2,93) est encore obtenue à la dose de lysine intermédiaire (1,5 p. 100) contre 3,44 dans les lots non supplémentés et 3,01 à la dose de 3 p. 100 de lysine par rapport aux protéines.

En réalité, la réponse des animaux à la lysine supplémentaire varie fortement selon le sexe, qu'il s'agisse de la vitesse de croissance ou de l'indice de consommation. Cette interaction entre le sexe et la lysine est surtout nette au taux de 12 p. 100 de matières azotées. C'est ainsi que, chez les femelles, le gain moyen journalier croît régulièrement avec le taux de lysine, de 364 à 495 et 529 g, pour 0, 1,5 et 3 p. 100, alors que chez les mâles castrés l'addition de 3 p. 100 de lysine entraîne un effet nettement dépressif sur la vitesse de croissance, soit 487 g contre 532 et 584 g respectivement pour 0 et 1,5 p. 100 de lysine. Il convient de remarquer, par ailleurs, que les femelles réagissent beaucoup plus défavorablement que les mâles castrés à l'administration d'un régime déficient en lysine (364 g/j contre 532 dans les lots non supplémentés à 12 p. 100 de protéines), c'est ce qui accentue d'autant plus la réponse des femelles à la supplémentation par rapport aux mâles castrés. En ce qui concerne

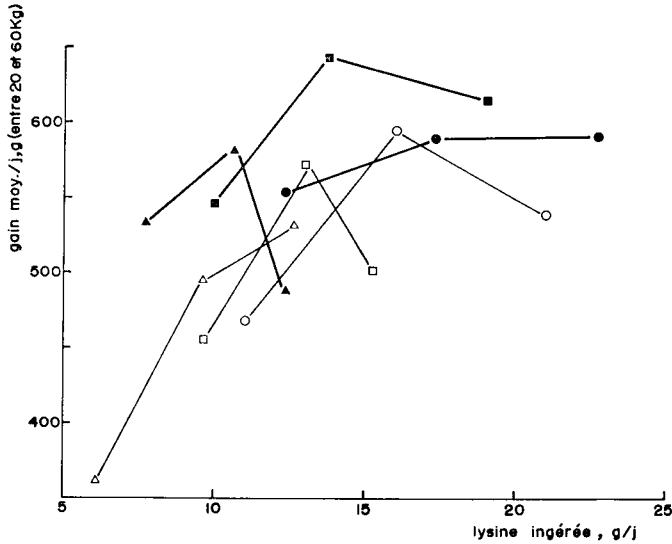


FIG. 1. — Relation entre le gain moyen journalier entre 20-60 kg de poids vif et la quantité de lysine ingérée/j

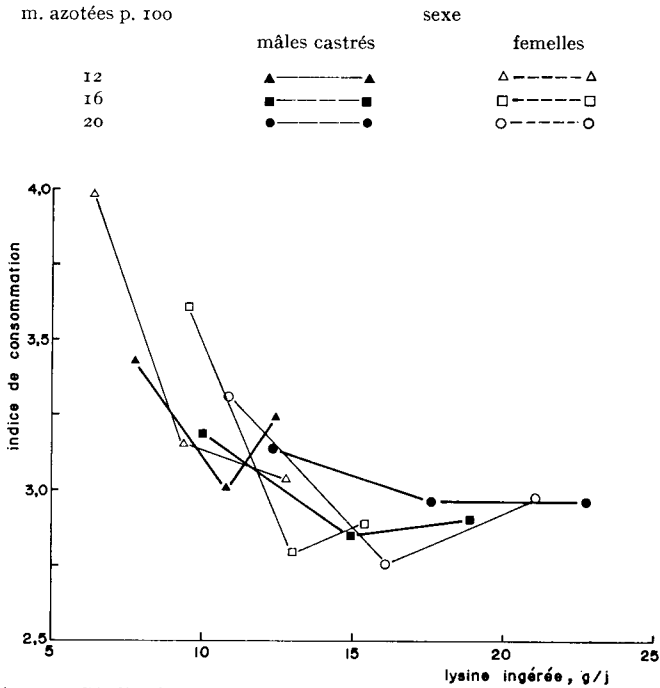


FIG. 2. — Relation entre l'indice de consommation entre 20 et 60 kg de poids vif et la quantité de lysine ingérée/j

m. azotées p. 100

	Sexe	
	mâles castrés	féelles
12	▲-----▲	△-----△
16	■-----■	□-----□
20	●-----●	○-----○

l'indice de consommation, l'évolution en fonction du taux de lysine est sensiblement la même ; ici encore, la réponse des femelles à la lysine est beaucoup plus marquée que chez les mâles castrés. Notons de plus pour ce critère une interaction significative entre la teneur en lysine et le taux azoté : l'amélioration de l'indice de consommation, à la suite d'une supplémentation en lysine, est surtout importante au taux de matières azotées le plus faible (12 p. 100).

*Entre 60 et 90 kg de poids vif*, l'analyse statistique des résultats de croissance et de consommation ne fait ressortir aucune influence significative de l'apport de lysine supplémentaire, même au taux de 12 p. 100 de matières azotées. L'élévation du taux de matières azotées entraîne par ailleurs une légère augmentation de l'indice de consommation, de 3,21 pour 12 p. 100 de matières azotées à 3,41 pour 20 p. 100.

*Entre 20 et 90 kg de poids vif*, l'évolution de la réponse des animaux aux traitements est sensiblement la même que dans l'intervalle de poids 20-60 kg, bien que les variations obtenues soient nettement plus tamponnées.

*En résumé*, l'examen des résultats de croissance et de consommation fait apparaître une influence favorable de la supplémentation en lysine sur le gain moyen journalier et l'indice de consommation, mais seulement pendant la première phase de la croissance (entre 20 et 60 kg de poids vif). Cette amélioration est plus marquée chez les femelles que chez les mâles castrés ; elle est d'autant plus importante que le taux de matières azotées dans le régime est plus faible. Les meilleures performances, qu'il s'agisse de la vitesse de croissance ou de l'indice de consommation, sont assurées, chez les femelles, par le régime 8 qui renferme 20 p. 100 de matières azotées et 1,02 p. 100 de lysine totale, soit 2,9 g de lysine pour 1 000 kcal d'énergie digestible, et, chez les mâles castrés, par le régime 5 qui renferme 16 p. 100 de matières azotées et 0,82 p. 100 de lysine, soit 2,5 g de lysine pour 1 000 kcal d'énergie digestible.

b) *Relation entre le gain moyen/j (ou l'indice de consommation) et la quantité de lysine ingérée/j, en fonction du sexe (fig. 1 et 2).*

Compte tenu de la différence de consommation entre les mâles castrés et les femelles (soit respectivement 1,74 et 1,55 kg/j entre 20 et 60 kg de poids vif), il nous est apparu intéressant de rapporter les performances (gain moyen/j, indice de consommation), non pas aux concentrations de lysine dans les régimes, mais aux quantités absolues de lysine ingérées par jour dans l'intervalle de poids 20-60 kg.

L'évolution graphique, illustrée dans les figures 1 et 2, fait ressortir des niveaux d'ingestion optimale de lysine différents pour les femelles et les mâles castrés, correspondant respectivement à 2,9 et 2,5 g de lysine pour 1 000 kcal d'énergie digestible dans la ration.

### 3. — *Composition corporelle*

a) *Analyse de variance sur les données transformées de la découpe des carcasses (tabl. 4).*

Dans un premier temps, il a été procédé à une analyse de variance sur les critères habituels de la découpe des carcasses, obtenus après transformation des données initiales (poids des morceaux ou mensurations). Il s'agit en l'occurrence du rendement (poids de la carcasse en pourcentage du poids vif), des pourcentages de [Jam-

bon + Longe], de [Bardière + panne] et de poitrine-hachage par rapport au poids net de la carcasse et de l'épaisseur moyenne du lard dorsal ( $[(\text{Rein} + \text{Dos})/2]$ ).

L'analyse statistique fait ressortir une influence significative du sexe sur les pourcentages de [Jambon + Longe] et de [Bardière + Panne], ainsi que l'épaisseur du lard dorsal, les femelles étant plus maigres que les mâles castrés.

L'élévation du taux de matières azotées entraîne une diminution du pourcentage de bardière + panne ainsi que de l'épaisseur du lard dorsal. A noter une interaction sexe  $\times$  taux azoté au niveau du rendement : ce dernier diminue chez les mâles, à mesure que le taux azoté s'élève, alors que chez les femelles il ne varie pratiquement pas.

La supplémentation en lysine agit favorablement sur la qualité des carcasses par une augmentation du pourcentage de jambon + longe et une diminution corrélative du pourcentage de bardière + panne. Pour ces deux critères, on relève d'ailleurs une interaction lysine  $\times$  taux azoté significative. L'augmentation du pourcentage de morceaux nobles (jambon + longe) et la diminution du pourcentage de morceaux gras (bardière + panne) sont surtout nettes au taux de protéines le plus faible (soit 12 p. 100), alors qu'à 20 p. 100 on n'observe pratiquement aucune modification.

La transformation des pourcentages précédents en leurs logarithmes aboutit exactement aux mêmes valeurs de F que le traitement des données originales, compte tenu des faibles variations du poids net. Sur le plan pratique, il n'y a donc pas lieu d'envisager une transformation des variables de la découpe, en vue d'une meilleure homogénéité des variances, tout au moins lorsque les animaux sont abattus à poids constant.

b) *Analyse de variance sur les données initiales de la découpe des carcasses* (tabl. 5 et 6).

En dehors du poids net, enregistré après un ressuyage de 24 heures, les carcasses ont fait l'objet de 12 mesures représentant des poids de morceaux après découpe (tête, jambon, longe, poitrine-hachage, jambonneau, pieds, bardière et panne), la longueur des carcasses et les épaisseurs de lard au dos, au rein et au cou. Ces mesures sont décrites dans le tableau 5, avec leurs moyennes et écarts-types, calculés sur l'ensemble de la population de 71 animaux.

Les résultats de l'analyse de variance sur les 12 variables de la découpe (tabl. 6) permettent de dégager les observations suivantes :

— Le sexe exerce une influence significative sur les poids du jambon, de la longe et de la bardière, ainsi que sur la longueur et l'épaisseur du lard au dos et au rein. Les femelles sont plus longues que les mâles castrés au même poids d'abattage. Elles ont un jambon et une longe plus développés, tandis que la bardière est moins lourde et l'épaisseur du lard dorsal plus réduite.

— L'augmentation du taux azoté entraîne un effet dépressif sur le poids de la bardière, ainsi que sur l'épaisseur du lard au dos et au cou.

— L'addition de lysine améliore le poids de jambon, mais diminue le poids de la bardière et l'épaisseur du lard au dos et au cou. En réalité, en ce qui concerne la longe, la longueur et l'épaisseur du lard au cou, on relève une interaction significative entre le sexe et le taux de lysine supplémentaire. Ainsi, chez les femelles, le poids de la longe augmente avec le taux de lysine, mais ceci n'a pas lieu chez les mâles castrés. De même l'apport de lysine supplémentaire s'accompagne de carcasses plus courtes à un poids

TABLEAU 4  
*Résultats moyens de composition corporelle, après transformation des données initiales*

Mat. azotées %	Lysine supp. % prot.	Sexe (1)	Rendement (%)	Jambon + Longe % poids net	Bardière + panne % poids net	Poitrine-hachage % poids net	Épaisseur moy. lard dorsal (mm)
12	0	♂	74,8	44,4	26,7	23,6	42,6
		♀	73,6	48,6	21,8	23,6	30,0
	1,5	♂	75,1	47,7	22,4	24,1	35,4
		♀	73,8	52,9	17,5	23,6	26,7
16	3	♂	75,9	48,9	22,6	23,2	34,7
		♀	73,9	51,8	17,5	24,6	29,1
	0	♂	74,9	48,3	21,9	24,0	31,9
		♀	71,9	52,2	18,1	23,6	24,7
20	1,5	♂	73,6	48,1	22,9	23,2	32,5
		♀	73,8	52,0	17,6	24,4	25,8
	3	♂	75,3	49,7	20,6	23,8	30,9
		♀	73,1	53,1	16,0	24,6	22,1
20	0	♂	73,5	49,0	21,4	23,6	31,9
		♀	74,8	51,2	18,5	24,5	27,3
	1,5	♂	72,1	49,0	20,5	24,7	30,0
		♀	75,5	51,9	18,5	24,1	28,2
3	♂	72,9	49,6	20,5	24,0	32,5	
	♀	74,8	51,7	18,0	24,4	27,3	

TABLEAU 4 (suite)

	Rendement ( <sup>3</sup> )	Jambon + Longe % Poids net	Bardière + Panne % Poids net	Poitrine-hachage % Poids net	Épaisseur moy. lard dorsal (mm)
Analyse statistique ( <sup>2</sup> ) <i>s</i> $\bar{x}$	0,56 (2,1)	0,59 (3,3)	0,63 (8,9)	0,32 (3,8)	1,4 (12,9)
Effets principaux : valeurs moy. ♂ Sexe (S) ♀	74,2 73,9	48,4 51,7**	22,1 18,2**	23,7 24,1	33,6 26,9**
Mat. azotées % (N)	74,5 73,8 73,9	49,2 50,6 50,4	21,3 19,5 N <sub>1</sub> * 19,6	23,7 23,9 24,2	33,2 28,0 N <sub>2</sub> * 29,6
Lysine, supp. % matières azotées (L)	73,9 74,0 74,3	49,1 50,3 L <sub>1</sub> ** 50,8	21,3 19,9 L <sub>1</sub> ** 9,2	23,8 24,0 24,1	31,5 29,8 29,5
Effets d'interaction	*	*	*	*	
SN					
SN <sub>1</sub>					
SN <sub>2</sub>					
SL					
SL <sub>1</sub>					
SL <sub>2</sub>					
NL					
N <sub>1</sub> L <sub>1</sub>					
N <sub>1</sub> L <sub>2</sub>					
N <sub>2</sub> L <sub>1</sub>					
N <sub>2</sub> L <sub>2</sub>					

(1) (<sup>2</sup>) Voir tableau 3

(3) Poids net p. 100 poids vif

\* Seuils de signification : \* : 0,05. \*\* : 0,01.

TABLEAU 5

*Description des variables : moyennes, écarts-types*

Variables ( $x_i$ )	Moyenne $\bar{x}_i$	Écart-type $s_i$
1. Tête (kg) . . . . .	5,07	0,41
2. Jambon (kg) . . . . .	7,38	0,47
3. Longe (kg) . . . . .	9,65	0,71
4. Poitrine-hachage (kg) . . . . .	8,16	0,44
5. Jambonneau (kg) . . . . .	0,90	0,086
6. Pieds (kg) . . . . .	0,92	0,076
7. Bardière (kg) . . . . .	5,75	0,93
8. Panne (kg) . . . . .	1,09	0,34
9. Longueur (cm) . . . . .	93,3	2,9
10. Lard dos (mm) . . . . .	32,5	7,3
11. Lard rein (mm) . . . . .	28,0	5,2
12. Lard cou (mm) . . . . .	51,2	7,5
Poids vif (kg) . . . . .	92,5	1,9
Poids net (kg) . . . . .	68,5	2,0

d'abattage constant (90 kg), mais seulement chez les femelles. En ce qui concerne le lard du cou, la diminution de l'épaisseur consécutive à une supplémentation en lysine est plus marquée chez les mâles castrés que chez les femelles.

— Par ailleurs, l'effet de la supplémentation en lysine sur les résultats de la découpe est surtout marqué au taux de protéines le plus faible (12 p. 100) ; c'est ce qui explique une interaction significative au niveau du jambon, de la longe, de la bardière et de l'épaisseur du lard au dos, au rein et au cou.

En définitive, l'analyse de variance sur l'ensemble des résultats de la découpe a surtout permis de dégager une influence favorable d'une supplémentation en lysine sur le développement du jambon, en conjonction avec un effet dépressif sur les dépôts gras, principalement la bardière. L'interaction lysine-taux azoté traduit une réponse différente des animaux à la lysine selon le taux de protéines, la réduction de l'adiposité étant surtout importante au taux azoté le plus bas.

### c) *Analyse en composantes principales* (tabl. 7 et 8).

La statistique classique est essentiellement univariante : elle s'intéresse souvent à l'analyse d'effets quelquefois complexes sur une variable particulière. Cette variable est choisie parce qu'elle paraît être la synthèse d'un certain nombre d'autres et qu'elle les résume bien *a priori*. Malheureusement, les données biologiques se laissent mal cerner par une seule variable : le moindre objet géométrique « vit » dans un espace à trois dimensions. Un être vivant que l'on désire analyser avec soin, même si on ne veut que connaître les valeurs relatives des différentes parties du corps, est un objet multidimensionnel par nature. Une typologie un peu fine nécessite la prise en considération de nombreux critères ; malheureusement leur analyse simultanée pose quelques problèmes méthodologiques et matériels.

Depuis une trentaine d'années, les premiers sont résolus dans des limites très acceptables pour le praticien. Les seconds ne l'étaient guère avant l'avènement des ordinateurs ; grâce à leur performance, ceux-ci nous permettent de réaliser des calculs

dans des délais raisonnables. L'analyse des composantes principales — la plus simple de ces méthodes — fait partie de cet arsenal nouveau que le statisticien peut offrir (JEFFERS, 1962 ; ROUVIER et RICARD, 1965). L'idée en est fort simple ; pour l'exposer brièvement, plaçons-nous dans un espace à deux dimensions : le plan. Sur un certain nombre de porcs mesurons deux caractères et portons les points représentatifs correspondants sur un graphique ; si les deux caractères sont fortement liés, le nuage de points sera très concentré autour d'une droite. Nous pourrions utiliser les valeurs des projections des points sur l'axe du nuage comme les nouvelles valeurs d'une variable qui résumerait presque toute la variabilité entre les points. Cette variable s'appelle une composante principale. Par contre, si les deux caractères sont très faiblement liés, nous ne pouvons pas admettre qu'une seule composante résume toute la variabilité des points et nous devons en choisir une seconde. Généralement nous la choisissons orthogonale à la précédente. Cette propriété mathématique — l'orthogonalité — est le reflet fidèle d'une réalité biologique : l'absence de corrélation entre les deux composantes. Évidemment, ce schéma est peu intéressant dans le cas de deux dimensions ; il le devient davantage lorsqu'on est en présence d'une dizaine ou plus de caractères : la visualisation simultanée des caractères est alors impossible ; le remplacement des variables par leurs composantes principales permet de réaliser une économie. Dans l'analyse, on peut, avec quatre ou cinq variables, résumer la presque totalité — par exemple 80 p. 100 — de la variabilité de vingt variables. De plus, chaque composante — non corrélée avec l'autre — peut être soumise à une analyse séparée. Nous ne serons plus contraints à l'examen de variables voisines qui recèlent pratiquement toutes la même information.

Techniquement, l'analyse consiste à calculer les coefficients de corrélation entre toutes les variables prises deux à deux, puis à calculer les valeurs propres et les vecteurs propres de ce tableau carré (on « diagonalise » la matrice des coefficients de corrélation). Les valeurs propres fournissent les longueurs des axes, et donc un moyen de mesurer la variabilité extraite par la composante ; les vecteurs propres permettent d'interpréter les composantes en fonction des variables anciennes. Si nous appelons  $x_1, x_2 \dots x_p$ , les caractères de départ, la première composante peut s'écrire :

$$Y_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1p}x_p$$

Les valeurs  $a_{11}, a_{12} \dots a_{1p}$  sont calculées au cours de la diagonalisation ; elles représentent des quantités liées à l'importance de la variable dans la composante. Si  $a_{11}$  est grande par rapport aux autres, c'est la variable  $x_1$  qui a le poids le plus important dans cette composante. Ensuite, chaque observation, c'est-à-dire un ensemble de  $p$  variables ( $x_1, x_2 \dots x_p$ ) peut être remplacée par un ensemble de  $k$  composantes. Plus petit sera le nombre  $k$  vis-à-vis de  $p$ , meilleure sera la condensation de l'information. Ces nouvelles variables peuvent donc être soumises à d'autres analyses, en particulier à des analyses de variance. Remarquons que cette technique n'est pas destinée à fournir la meilleure variable pour discriminer les niveaux d'un facteur déterminé. Dans le cas d'un dispositif un peu complexe, cette recherche peut aboutir à de grandes difficultés d'interprétation. Il n'est en effet pas évident que la fonction de variables qui sépare le mieux les niveaux d'un facteur (les mâles des femelles pour le sexe, les valeurs de supplémentation pour la lysine) soit la même pour tous, alors que l'analyse des composantes principales — qui peut se résumer à un simple changement de variables — suivie d'une analyse de variance,

Analyse de variance sur les données

Variable $\bar{x}_i$		Tête	Jambon	Longe	Poitrine-hachage	Jambonneau			
		1	2	3	4	5			
Valeurs moy.	$s_{\bar{x}}^{(1)}$	0,13 (7,2)	0,10 (3,9)	0,17 (5,1)	0,13 (4,6)	0,027 (8,5)			
	♂	4,98	7,17	9,27	8,07	0,90			
	♀	5,15	7,59*	10,02*	8,22	0,91			
N	12	5,02	7,26	9,60	8,14	0,92			
	16	5,07	7,49	9,69	8,12	0,89			
	20	5,11	7,39	9,63	8,18	0,90			
L	0	5,09	7,16 L <sub>1</sub> **	9,53	8,10	0,90			
	1,5	4,94 L <sub>2</sub> *	7,48 L <sub>2</sub> *	9,66	8,16	0,89			
	3	5,17	7,49	9,74	8,18	0,92			
SN	S	N	12	4,85	7,09	9,22	8,13	0,91	
			♂	16	5,02	7,25	9,36	8,05	0,88
			♀	20	5,07	7,15	9,22	8,02	0,92
	♀	12	5,19	7,42	9,99	8,14	0,94		
		16	5,12	7,72	10,02	8,19	0,91		
		20	5,15	7,62	10,04	8,34	0,87		
SL	S	L	0	4,94	6,96	9,18	8,05	0,88	
			♂	1,5	4,89	7,19	9,10	8,06	0,86
			♀	3	5,11	7,35	9,52 SL <sub>2</sub> *	8,09	0,95
	♀	0	5,23	7,35	9,88	8,14	0,91		
		1,5	4,98	7,77	10,22	8,26	0,92		
		3	5,23	7,64	9,95	8,27	0,89		
NL	N	L	0	4,96	6,91	9,14	8,06	0,87	
			12	1,5	4,93	7,45	9,82	8,18	0,93
			♀	3	5,18	7,41	9,85	8,17	0,97
	16	0	5,03	7,38 N <sub>2</sub> L <sub>2</sub> **	9,68 N <sub>1</sub> L <sub>1</sub> *	8,09	0,90		
		1,5	4,90	7,39	9,58	8,01	0,89		
		3	5,28	7,68	9,81	8,25	0,87		
	20	0	5,27	7,17	9,77	8,14	0,92		
		1,5	4,98	7,59	9,57	8,29	0,86		
		3	5,07	7,39	9,55	8,10	0,92		

Seuils de signification : \* : 0,05. \*\* : 0,01.

EAU 6

initiales de la découpe des carcasses

Pieds 6	Bardière 7	Panne 8	Longueur 9	Lard		
				Dos 10	Rein 11	Cou 12
0,023 (7,1)	0,20 (9,9)	0,078 (20,2)	0,86 (2,6)	0,7 (14,8)	1,2 (12,1)	2,2 (12,0)
0,91	6,29	1,22	92,5	36,1	31,2	52,6
0,93	5,22**	0,97	94,1*	28,9**	24,8**	49,9
0,89	6,09	1,22	93,7	36,7	29,7	54,8
0,94	5,58 N <sub>2</sub> *	1,05	94,2	29,4 N <sub>1</sub> *	26,4	50,7 N <sub>1</sub> **
0,92	5,59	1,02	92,0	31,3 N <sub>2</sub> *	27,8	48,2
0,92	6,10	1,16	93,9	34,5	28,5	53,6
0,91	5,68 L <sub>1</sub> **	1,07	93,8, L <sub>1</sub> *	31,5 L <sub>1</sub> *	28,0	51,3
0,93	5,48	1,05	92,2	31,4	27,5	48,8 L <sub>1</sub> **
0,88	6,78	1,40	92,7	41,5	33,9	57,2
0,93	6,15	1,27	92,7	33,0	30,4	52,3
0,92	5,94	1,00	92,1	33,7	29,2	48,4
0,90	5,41	1,03	94,6	31,8	25,4	52,5
0,96	5,01	0,83	95,7	25,8	22,7	49,2
0,93	5,25	1,04	92,0	29,0	26,4	48,0
0,91	6,65	1,23	92,2	38,9	32,2	56,4
0,90	6,17	1,20	93,3	34,4	30,7	51,9
0,93	6,04	1,24	92,1 SL <sub>1</sub> *	34,8	30,6	49,6 SL <sub>1</sub> **
0,92	5,55	1,09	95,6	30,1	24,7	50,8
0,92	5,20	0,95	94,2	28,7	25,3	50,7
0,94	4,92	0,87	92,4	27,9	24,5	48,1
0,86	6,89	1,33	93,6	41,7	31,2	61,6
0,89	5,60	1,23	94,9	33,0	29,1	52,7
0,91	5,79 N <sub>1</sub> L <sub>1</sub> *	1,09	92,5	35,2 N <sub>1</sub> L <sub>2</sub> *	28,6 N <sub>2</sub> L <sub>2</sub> *	50,1 N <sub>1</sub> L <sub>1</sub> **
0,95	5,77	1,05	94,5	30,0	26,6	53,1
0,90 N <sub>2</sub> L <sub>2</sub> *	5,79 N <sub>1</sub> L <sub>2</sub> *	1,01	94,0	30,0	28,2	52,1
0,98	5,18 N <sub>2</sub> L <sub>2</sub> *	1,08	94,1	28,2	24,7	47,0
0,93	5,64	1,10	93,5	31,7	27,5	46,1
0,94	5,66	0,97	92,5	31,6	26,7	49,1
0,90	5,47	0,98	90,1	30,6	29,2	49,4

TABLEAU 7  
Matrice des coefficients de corrélation

Tête	Jambon	Longe	Poitrine- hachage	Jambonneau	Pieds	Bardière	Panne	Longueur	Lard		
									Dos	Rein	Cou
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0,21 1	0,33 0,44 1	-0,09 0,37 -0,08 1	0,27 0,22 0,31 -0,02 1	0,52 0,17 0,26 -0,05 0,21 1	-0,31 -0,63 -0,61 -0,16 -0,22 -0,33 1	-0,29 -0,26 -0,30 0,70 -0,70 -0,17 0,53 1	0,34 0,06 0,37 -0,02 0,30 0,35 -0,27 -0,22 1	-0,31 -0,53 -0,50 0,03 -0,16 -0,46 0,82 0,50 -0,35 1	-0,39 -0,41 -0,56 -0,005 -0,13 -0,37 0,75 0,48 -0,50 1	0,48 0,26 0,32 -0,02 -0,22 -0,47 0,51 0,30 -0,20 0,54 0,59 1

permet de voir l'action d'un facteur sur des composantes généralement bien interprétables, puisqu'elles ne font que traduire des corrélations simples entre des caractères.

Le tableau 7 donne la matrice des coefficients de corrélation entre les 12 variables prises 2 à 2. Parmi les variables présentant les corrélations les plus positives, citons la tête et les pieds, le jambon et la longe, la bardière et la panne avec les épaisseurs du lard au cou, au dos et au rein. Les corrélations les plus négatives sont observées entre les extrémités (tête, pieds) et l'épaisseur du lard (au cou, au dos et au rein), entre les morceaux nobles (jambon, longe) et les morceaux gras (bardière) et l'épaisseur du lard (dos, rein), enfin entre la longueur et l'épaisseur du lard au rein. D'une manière générale ces corrélations négatives traduisent une opposition entre les masses maigres et grasses de la carcasse. Il est à remarquer par ailleurs que le morceau de poitrine-hachage et le jambonneau ne présentent pratiquement aucune corrélation avec les autres critères. L'information fournie par les liaisons entre les différentes variables est ainsi résumée par cinq composantes qui absorbent 78 p. 100 de la variation totale (tabl. 8).

TABLEAU 8

*Coefficients de corrélation entre les variables initiales et les composantes principales*

Variables	Composantes				
	1	2	3	4	5
1. Tête . . . .	0,580	-0,414	0,359	0,041	-0,205
2. Jambon . .	0,593	0,620	0,160	-0,111	-0,063
3. Longe . . .	0,693	0,049	-0,064	-0,350	0,246
4. Poitrine - Hachage . .	0,044	0,696	0,521	0,261	0,170
5. Jambon- neau . . . .	0,371	-0,124	0,452	-0,706	-0,126
6. Pieds . . .	0,615	-0,389	0,306	0,335	-0,052
7. Bardière .	-0,861	-0,336	0,169	0,018	0,025
8. Panne . . .	-0,584	0,000 15	0,422	0,215	0,198
9. Longueur .	0,504	-0,353	0,091	0,005 1	0,707
10. Lard dos .	-0,856	-0,121	0,276	-0,114	0,023
11. Lard rein.	-0,879	0,033	0,166	-0,216	-0,141
12. Lard cou .	-0,682	0,135	-0,132	-0,263	0,392
Valeurs pro- pres . . . . .	4,993 1	1,4809	1,065 3	0,990 8	0,867 1
P. 100 . . . . .	41,61	12,34	8,88	8,25	7,23
P. 100 cumulé	41,61	53,95	62,83	71,08	78,31

1. La première composante marque l'opposition entre le gras (bardière, panne, épaisseur du lard), variables corrélées négativement, et les masses maigres ou non adipeuses (tête, pieds, jambon, longe), variables corrélées positivement. Elle traduit donc une opposition entre les variations de poids des morceaux nobles et des morceaux gras.

2. La deuxième composante marque l'opposition entre le jambon et la poitrine-hachage d'une part, (corrélations positives) et la tête et les pieds, d'autre part (cor-

relations négatives). Elle semble traduire ainsi le développement en épaisseur par opposition au développement des extrémités. Elle pourrait être apparentée à un facteur de « précocité ».

3. Dans la composante n° 3, les coefficients sont presque tous positifs, mais attachent une importance particulière au développement des parties antérieure et ventrale (poitrine-hachage et jambonneau), quoique la découpe n'ait pas été effectuée sur une base anatomique. Il s'agirait d'une composante « conformation » qui permet en particulier de traduire un certain dimorphisme sexuel.

4. La composante n° 4 isole pratiquement le jambonneau du reste des caractéristiques de la découpe.

5. La composante n° 5 attribue une importance particulière à la longueur et à la longe. Elle pourrait concerner *le développement tardif de la région dorsale*.

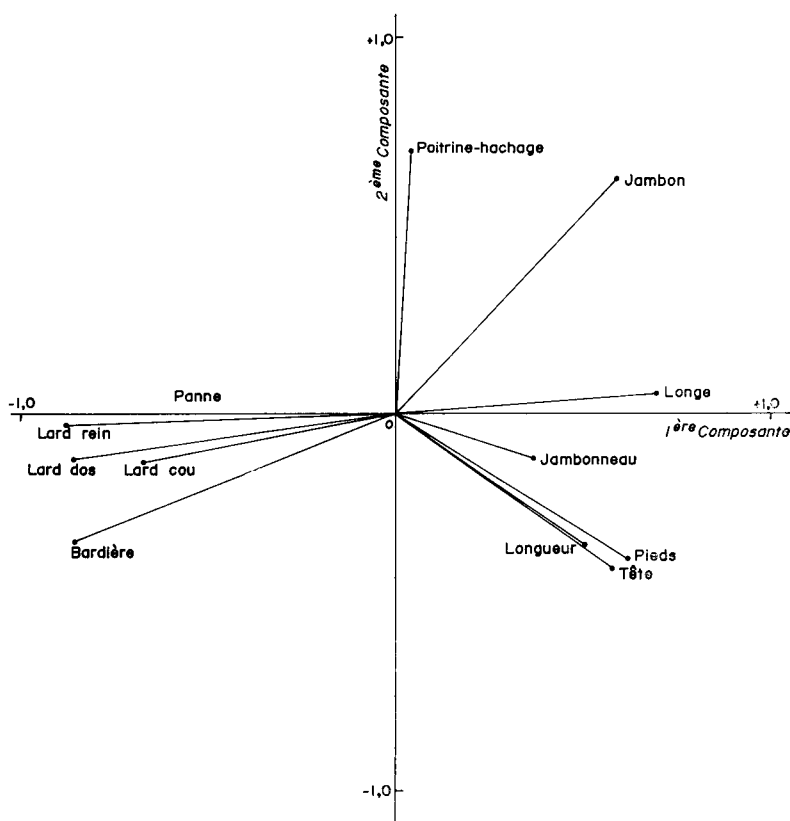


FIG. 3. — Diagramme des vecteurs des deux premières composantes principales

La figure 3 fournit une représentation visuelle des deux premières composantes principales d'après la matrice des coefficients de corrélation entre ces dernières et les 12 variables de départ (tabl. 8). Chacune des variables est représentée par un point, relié à l'origine, dont les coordonnées sont les coefficients de corrélation entre

cette variable et les deux composantes considérées. On peut remarquer un regroupement des critères d'adiposité dans un même quadrant ; ils sont diamétralement opposés aux caractéristiques de développement musculaire et osseux (longe, longueur, tête, pieds). Par contre, le morceau de poitrine-hachage occupe une position perpendiculaire par rapport aux variables précédentes, ce qui indique une certaine indépendance vis-à-vis de ces dernières. Quant au jambon, il occupe une position intermédiaire entre les deux premières composantes.

d) *Analyse de variance sur les composantes principales* (tabl. 9).

La 1<sup>re</sup> composante, qui traduit l'opposition gras-maigre dans la carcasse, est modifiée :

- sous l'influence du sexe : les femelles présentent une adiposité moindre que les mâles castrés ;
- par le taux azoté, la proportion des masses grasses diminue lorsque le taux de protéines s'élève de 12 à 16 p. 100 ;
- par le taux de lysine supplémentaire : l'amélioration de l'équilibre des protéines a pour effet, ici encore, de réduire l'adiposité des carcasses.

En réalité, le taux de lysine produit des effets différents selon le taux azoté (interaction significative). Ainsi, à un taux élevé de protéines (20 p. 100) l'amélioration de l'équilibre de ces dernières par un apport de lysine supplémentaire n'a pas d'influence sur la composition corporelle, tout au moins d'après les résultats de la découpe. Cela signifie que la lysine n'aurait pas une action spécifique sur la qualité des carcasses, au-delà de la couverture normale du besoin en cet acide aminé.

L'analyse de variance sur la deuxième composante « précocité » fait apparaître une interaction sexe x lysine significative. A la différence de ce que l'on observe chez les mâles castrés, l'apport de lysine supplémentaire, chez les femelles, provoque un développement accru du jambon et de la poitrine, c'est-à-dire des régions les plus précoces.

A cette interaction sexe x lysine s'ajoute une interaction taux azoté x lysine significative. Ainsi, contrairement à ce que l'on observe à 12 et 16 p. 100 de protéines, la supplémentation en lysine d'un régime à 20 p. 100 de protéines de tournesol exerce une influence significative sur le développement précoce des morceaux. Cela se traduit par un besoin en lysine plus élevé en début de croissance, correspondant à 2,9 g pour 1 000 kcal d'énergie digestible. Ce résultat est en accord avec les observations précédentes sur la vitesse de croissance et l'indice de consommation et met en évidence, au tout début de la croissance, une réponse positive à la lysine supplémentaire dans un régime à 20 p. 100 de protéines de tournesol.

La composante n° 3 est simplement modifiée par le sexe. Elle traduit un dimorphisme sexuel, par un développement plus important de la région thoracique chez les mâles castrés.

La composante n° 4, qui isole le jambonneau des autres fractions de la carcasse, est sous l'influence du sexe, du taux azoté et du taux de lysine. En même temps apparaît une interaction significative entre le taux azoté et le taux de lysine supplémentaire.

Enfin, la 5<sup>e</sup> composante, qui semble indiquer le développement tardif en longueur, est influencée par le taux azoté et la dose supplémentaire de lysine, dans le sens d'un développement moindre de la longe à un poids d'abattage constant. En réalité, cette

TABLEAU 9. — Analyse de variance sur les composantes principales

Composante n°	δ ♀	1					2					3					4					5				
		S	N	12	16	20	12	16	20	12	16	20	12	16	20	12	16	20	12	16	20	12	16	20		
Valeurs moyennes (1)	S			-17,38					-18,88			24,60			-26,09											
				-10,07**					-18,53			22,04**			-23,49**											
N				-17,24					-18,92			24,35			-26,54											
				-11,48 N <sub>1</sub> *				-18,68			22,37 N <sub>2</sub> **			-24,00 N <sub>1</sub> *												
				-12,47				-18,52			23,24			-23,82												
L				-15,51					-19,04			23,72			-25,66											
				-13,26 L <sub>1</sub> *				-18,62			23,06			-24,72 L <sub>1</sub> *												
				-12,40				-18,46			23,19			-23,98												
SN	S	N																								
	δ				-22,18				-18,99			26,06			-28,43											
					-15,65				-18,64			23,72			-25,49											
	♀				-14,30				-19,01			24,03			-24,34											
					-12,24				-18,85			22,64			-24,65											
SL	S	L																								
	δ				-20,36				-18,81			25,03			-27,57											
					-16,20				-18,97			24,19			-25,54											
	♀				-15,57				-18,86 SL <sub>1</sub> *			24,59			-25,15											
					-10,65				-19,27			22,44			-23,74											
NL	N	L																								
	12				-22,47				-19,04			25,15			-29,00											
					-14,40				-18,86			23,59			-25,54											
	16				-14,76				-18,87			24,32			-25,06											
					-12,51				-18,66			22,26			-24,71											
20				-13,03 N <sub>1</sub> L <sub>1</sub> *				-18,58 N <sub>1</sub> L <sub>1</sub> *			22,50			-24,82 N <sub>1</sub> L <sub>1</sub> **												
				-8,90				-18,79			22,36			-22,49												
Composante n°	0																									
	1,5																									
	3																									

(1) Voir légende du tableau 3.

réponse de la lysine varie selon le taux de matières azotées, l'effet étant surtout marqué au taux de 12 p. 100 (interaction significative). Il y a bien une certaine indépendance entre le développement précoce du jambon et de la poitrine (composante n° 2) et le développement tardif de la longe (composante n° 5).

En définitive, l'analyse de variance sur les composantes principales des résultats de découpe a permis à elle seule d'aboutir aux mêmes conclusions que celles effectuées sur la vitesse de croissance, l'indice de consommation et les pourcentages de morceaux nobles et gras dans la carcasse, à savoir qu'une supplémentation en lysine produit deux effets conjoints :

— au niveau tissulaire, en améliorant le rapport viande/graisse,

— au niveau de l'allométrie de croissance, c'est-à-dire de la conformation générale de l'animal, en favorisant le développement précoce en épaisseur (jambon et poitrine) au détriment du développement en longueur. En tout état de cause, la conformation observée à un stade donné d'abattage est le résultat d'une croissance allométrique antérieure.

Ces effets sont plus marqués chez les femelles que chez les mâles castrés et, si l'on considère le développement précoce de l'animal, il convient d'admettre dans le régime un taux de lysine relativement élevé, correspondant à 2,9 g de lysine pour 1 000 kcal d'énergie digestible aux alentours de 20 kg de poids vif, tout au moins pour les femelles. Par contre, en finition (entre 60 et 90 kg de poids vif), le besoin de lysine relativement à l'énergie est plus faible, compte tenu de l'absence de réponse à la supplémentation, même au taux de 12 p. 100 de protéines. En prenant en considération les caractéristiques de composition corporelle, il semblerait que durant cette période les performances optimales soient obtenues dans le lot 2, qui renferme 12 p. 100 de protéines et 0,61 p. 100 de lysine, soit 1,8 g de lysine pour 1 000 kcal d'énergie digesible. D'après les niveaux moyens d'ingestion (respectivement 2,86 kg et 2,65 kg/j chez les mâles castrés et les femelles), les consommations moyennes de lysine correspondantes sont de 17,4 g/j chez les mâles castrés et de 16,2 g chez les femelles.

e) *Application d'une autre technique d'analyse multidimensionnelle : l'analyse factorielle des correspondances.*

L'analyse en composantes principales, suivie de plusieurs analyses de variance, a fourni des résultats synthétiques bien interprétables. Depuis peu, une nouvelle méthode d'analyse multidimensionnelle a été élaborée. Elle paraît particulièrement bien adaptée à l'étude des valeurs relatives des mensurations corporelles (LEBART et FÉNELON, 1971 ; TOMASSONE, 1970). Nous l'avons appliquée ici pour synthétiser tous les résultats. Sans entrer dans le détail de la méthode, disons qu'elle est caractérisée par la possibilité de projeter dans un même espace les sujets (par exemple les points moyens des mâles et des femelles, de la dose 1 de lysine...) et les variables. Cet espace est défini par un certain nombre de facteurs comparables aux composantes principales. Les proximités des sujets sont proportionnelles à leur ressemblance : il est donc possible de discriminer sur un graphique les mâles des femelles, les différents niveaux de lysine, etc. Mais de plus, on possède une clé de discrimination, puisque la proximité des sujets et des variables a un sens : un sujet est caractérisé par les variables qui sont proches de lui.

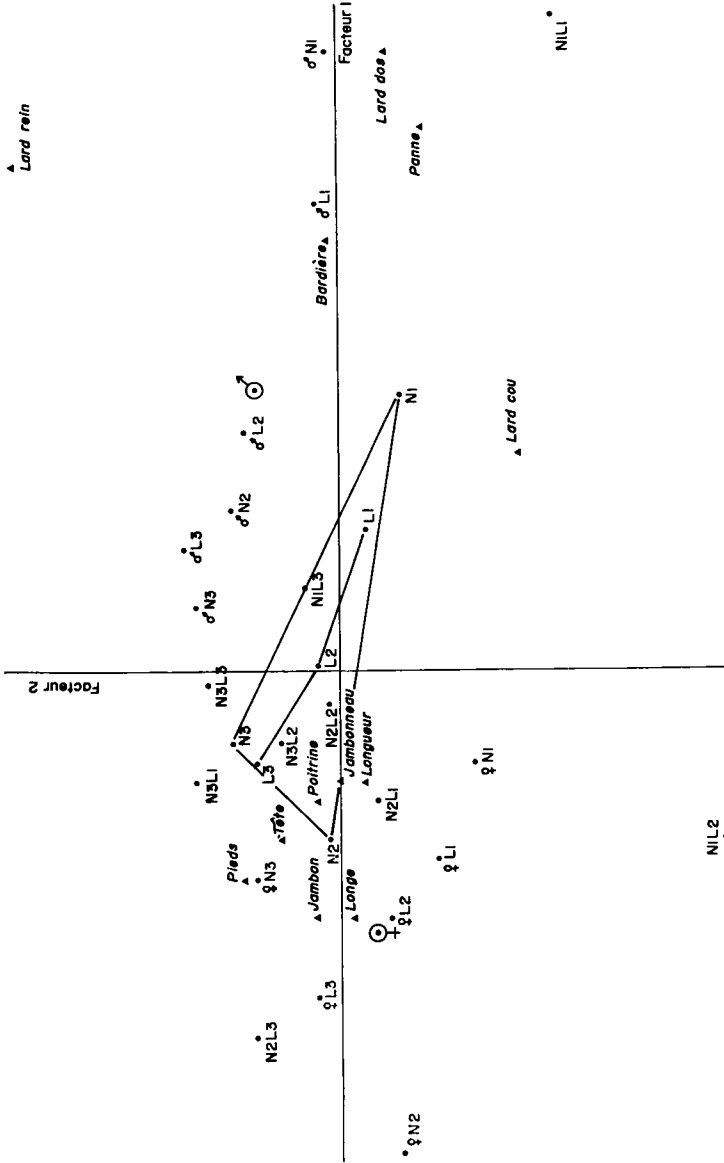


FIG. 4. — Analyse des correspondances

Effets principaux	Sexe $\left\{ \begin{array}{l} \text{mâles castrés : } \delta \\ \text{femelles : } \quad \quad \quad \text{♀} \end{array} \right.$ Taux de protéines % $\left\{ \begin{array}{l} 12 : N_1 \\ 16 : N_2 \\ 20 : N_3 \end{array} \right.$ taux de lysine $\left\{ \begin{array}{l} 0 : L_1 \\ 1,5 : L_2 \\ 3 : L_3 \end{array} \right.$			
Sexe $\times$ azote	mâle $\times$ azote .....	$\delta N_1$	$\delta N_2$	$\delta N_3$
	femelle $\times$ azote .....	$\text{♀ } N_1$	$\text{♀ } N_2$	$\text{♀ } N_3$
Sexe $\times$ lysine	mâle $\times$ lysine .....	$\delta L_1$	$\delta L_2$	$\delta L_3$
	femelle $\times$ lysine .....	$\text{♀ } L_1$	$\text{♀ } L_2$	$\text{♀ } L_3$
Azote $\times$ lysine		Lysine % protéines		
		0	1,5	3,0
	12	$N_1 L_1$	$N_1 L_2$	$N_1 L_3$
	16	$N_2 L_1$	$N_2 L_2$	$N_2 L_3$
20	$N_3 L_1$	$N_3 L_2$	$N_3 L_3$	

FIG. 4 — Analyse des correspondances

Sur la figure 4, nous avons ainsi représenté la projection des points de l'espace multidimensionnel sur le plan formé par les deux premiers facteurs, qui absorbent respectivement 73 et 14 p. 100 de la variation totale, soit 87 p. 100 à eux deux. Le premier facteur marque l'opposition entre les critères d'adiposité (épaisseur du lard au cou, au dos et au rein, bardière, panne), à droite du graphique, et les masses maigres ou non adipeuses (jambon, longe, poitrine-hachage, tête, pieds, jambonneau) associés à la longueur, à gauche du graphique. Il est en tout point comparable à la première composante principale extraite de l'analyse précédente.

Le deuxième facteur marque surtout une différenciation dans l'état d'adiposité des carcasses, en fonction de la précocité des dépôts lipidiques et de leur localisation dans les différentes régions corporelles : on constate une certaine opposition entre les dépôts gras à développement précoce (cou, panne) ou gras interne, en bas du graphique, et ceux à développement plus tardif, représentés par le gras externe (épaisseur du lard, au dos, au rein, poids de bardière), dans la partie haute du graphique. Ce deuxième facteur n'a donc pas la même signification que la composante principale correspondante, qui opposait le développement en épaisseur à celui des extrémités ; ceci est d'ailleurs normal, puisqu'il s'agit dans le cas présent de valeurs relatives des variables et non des valeurs absolues, comme dans le cas de l'analyse des composantes principales.

L'examen graphique de la proximité des sujets et des variables nous conduit aux mêmes constatations que l'analyse de variance sur les données initiales ou sur les composantes principales. Ainsi, la comparaison des sexes montre avec évidence que la population des porcs mâles castrés se retrouve dans le nuage des points formés par les critères d'adiposité, en opposition avec les femelles qui sont caractérisées principalement par un développement relativement plus important des masses maigres. Par ailleurs, si l'on considère la projection des points moyens sur les axes des deux premiers facteurs, on constate que l'élévation de la dose de lysine supplémentaire ( $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ ) se traduit par un glissement vers la gauche sur le premier axe, dans le sens d'une diminution de l'adiposité et par une remontée sur le deuxième axe, correspondant à une augmentation relative de l'épaisseur du lard au dos et au rein. La même évolution apparaît lorsque l'on dissocie les sexes ( $\delta L_1$ ,  $\delta L_2$ ,  $\delta L_3$  pour les mâles ;  $\text{♀ } L_1$ ,  $\text{♀ } L_2$ ,  $\text{♀ } L_3$  pour les femelles).

L'augmentation du taux de matières azotées produit des effets sensiblement comparables, soit d'une manière globale ( $N_1, N_2, N_3$ ), soit séparément pour les mâles castrés ( $\sigma N_1, \sigma N_2, \sigma N_3$ ) et les femelles ( $\varphi N_1, \varphi N_2, \varphi N_3$ ). Les effets d'interaction lysine x taux azoté sont également représentés. Ils indiquent que l'influence favorable de la lysine sur la composition corporelle est surtout nette au taux azoté le plus faible ( $N_1L_1, N_2L_2, N_3L_3$ , par opposition à  $N_2L_1, N_2L_2, N_2L_3$  et  $N_3L_1, N_3L_2, N_3L_3$ ).

## DISCUSSION

La mise en œuvre de l'essai de digestibilité appelle un certain nombre de remarques. En premier lieu, l'amélioration de l'utilisation digestive apparente des protéines, à mesure que s'élève le taux de ces dernières, peut s'expliquer par le fait que la contribution de la fraction azotée endogène est plus élevée au taux azoté le plus bas. On sait en effet que l'excrétion azotée d'origine endogène varie proportionnellement au poids métabolique ou à la matière sèche ingérée (WIESEMÜLLER et POPPE, 1969). Par ailleurs, l'abaissement du coefficient d'utilisation digestive de l'énergie, lorsqu'on augmente le taux d'incorporation du tourteau de tournesol dans des régimes pourtant rééquilibrés en cellulose, doit être attribuée à une moins bonne utilisation digestive des constituants membranaires du tournesol par rapport à celle de la cellulose purifiée, ou tout au moins à un effet dépressif de ces constituants sur la digestibilité globale de la ration (HENRY et ÉTIENNE, 1969).

L'étude du besoin en lysine du Porc en croissance-finition a fait l'objet de nombreux travaux utilisant des régimes adéquats, ou plus généralement basés sur le principe de la supplémentation d'un régime déficient en cet acide aminé (RÉRAT et LOUGNON, 1966). Pour apprécier le degré de satisfaction du besoin, il a été fait largement appel à des critères zootechniques (vitesse de croissance, efficacité alimentaire, qualité des carcasses). Il est intéressant de constater que les valeurs trouvées dans la présente étude à l'aide de ces critères, et dans les conditions d'alimentation *semi ad libitum*, coïncident avec les estimations de POPPE et WIESEMÜLLER (1968) à partir de la méthode des bilans, et avec celles de MITCHELL *et al.*, (1965, 1968 *a* et *b*) basées soit sur les performances de croissance, la méthode des bilans ou la mesure de l'acidoacidémie libre du sang. Elles sont en tout cas supérieures aux recommandations américaines du N. R. C. (1968) qui, en limitant l'apport de lysine à 0,70 p. 100 d'un régime à 3 300 kcal d'énergie digestible/kg, pour des porcs d'un poids compris entre 20 et 35 kg, nourris à volonté, paraissent insuffisantes au cours de la première phase de la croissance, tout au moins dans les conditions d'alimentation des porcs dans les pays européens. Elles sont, par contre, relativement proches des normes anglaises de l'A.R.C. (1967), qui ont été établies dans des conditions d'alimentation comparables aux nôtres.

Sur le plan du mode d'expression du besoin, on peut d'ailleurs s'interroger sur l'opportunité de rapporter ce dernier en pourcentage de la ration ou relativement à l'énergie. POPPE et WIESEMÜLLER ont montré en effet que le besoin absolu journalier de lysine augmente rapidement, pendant la première partie de la croissance, de 9 g à 20 kg de poids vif à 15 g à 50 kg, en relation avec le dépôt azoté, pour se stabiliser aux alentours de 16 à 17 g au-delà de 60 kg, en même temps d'ailleurs que la rétention azotée. Rapporté à l'énergie, il diminue très rapidement de 3,0 g pour 1 000 kcal d'énergie digestible à 20 kg de poids vif à 2.2 g à 60 kg et 1,9 g à 80 et 90 kg. Il appa-

raît ainsi difficile de traduire l'évolution du besoin dans un intervalle de poids donné à l'aide d'un simple pourcentage. Encore faut-il qu'il y ait dans cet intervalle un certain parallélisme entre le dépôt azoté et celui de lipides, ce qui n'a lieu que pendant la toute première phase de la croissance, tout au plus jusqu'à 30 ou 40 kg de poids vif. Au-delà, comme le font remarquer FAUCONNEAU et PION (1969), la discordance dans l'évolution du besoin énergétique et des besoins en acides aminés implique que ces derniers soient exprimés en quantités absolues journalières, en fonction de l'âge ou du poids vif. Cela explique qu'il n'apparaît pas judicieux, comme on le fait habituellement, de diviser la période totale de croissance entre sevrage et abattage en deux phases dites de croissance et de finition, en-deçà et au-delà de 50 ou 60 kg de poids vif, pour exprimer les besoins alimentaires et plus particulièrement les besoins en acides aminés. Cette séparation devrait être effectuée au contraire, à un stade plus précoce, vers 30 ou 40 kg.

La présente étude a permis de faire ressortir une différenciation du besoin en lysine selon le sexe, ce qui confirme les observations effectuées antérieurement par ROBINSON (1966), ainsi que par BLAIR *et al.* (1969, 1970). Ce besoin est plus élevé chez les femelles que chez les mâles castrés, soit respectivement 2,9 et 2,5 g pour 1 000 kcal d'énergie digestible entre 20 et 60 kg de poids vif. RÉRAT et HENRY (1967), et plus récemment DESMOULIN (1969), ont d'ailleurs montré que le besoin azoté des femelles est supérieur à celui des mâles castrés. Il en est de même pour les acides aminés indispensables, en particulier les acides aminés soufrés (RÉRAT et HENRY, 1970) et la thréonine (HENRY et RÉRAT, 1970). Cette différence dans les besoins relatifs d'acides aminés par rapport à l'énergie s'explique en réalité par une différence dans le niveau d'ingestion, qui est plus élevé chez les mâles castrés que chez les femelles, ce qui entraîne pour ces dernières un dépôt azoté comparable mais un dépôt moindre de lipides.

Un autre point concerne l'effet de la supplémentation en lysine en fonction du taux de protéines dans le régime. L'application d'un dispositif factoriel devait permettre de déterminer à la fois le taux optimal de protéines et le taux optimal de lysine supplémentaire pour la croissance, soit respectivement 20 et 1,02 chez les femelles, 16 et 0,82 chez les mâles castrés. D'après les résultats obtenus, il apparaît que le taux optimal de supplémentation est d'autant plus élevé que le taux de protéines est plus faible, ce qui est en accord avec les données bibliographiques (BECKER, 1958; BLAIR *et al.*, 1969; DENT *et al.*, 1970). Inversement, l'incorporation de lysine dans un régime au-delà du taux correspondant à la couverture du besoin en cet acide aminé ne procure aucune modification de la composition corporelle. Dans la mesure où l'élévation du taux de lysine est associée à une augmentation de pourcentage de matières azotées, ce sont donc ces dernières qui agissent favorablement sur les caractéristiques à l'abattage; ceci pourrait justifier l'intérêt de l'incorporation d'une proportion importante de matières azotées de qualité médiocre dans un régime équilibré par ailleurs en acides aminés indispensables, pour améliorer la qualité des carcasses.

Nous avons remarqué qu'un apport excessif de lysine a tendance à exercer un effet dépressif sur la croissance et le niveau d'ingestion, principalement chez les mâles castrés dont les besoins en acides aminés sont plus faibles que pour les femelles. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus précédemment par RÉRAT et LOUGNON (1965), après supplémentation d'un régime végétal simplifié, à base d'orge et de tourteau d'arachide, par la lysine. L'élévation de la teneur en lysine libre dans le sang pourrait être rendue responsable de la chute de l'appétit, qui entraîne elle-même une dépression de la croissance (HARPER, 1968).

L'analyse des composantes principales sur les données de la découpe des carcasses a permis de dégager un certain nombre de liaisons entre ces caractères. De l'examen du tableau des corrélations (tabl. 8) il apparaît que l'épaisseur de lard (au dos et au rein) constitue en soi, comme la bardière, un bon critère d'appréciation de l'adiposité des carcasses : les coefficients de corrélation avec la première composante sont respectivement  $-0,86$  et  $-0,88$ . L'existence de cette première composante, qui marque l'opposition entre le gras et le maigre, chez le Porc, a d'ailleurs été mise en évidence précédemment par SMITH *et al.* (1962), SMITH et ROSS (1965), ainsi que par OLLIVIER (1970). La bardière permet à elle seule de mieux apprécier l'adiposité que l'ensemble des morceaux gras (bardière + panne), qui regroupe des tissus différents dans leurs réactions aux facteurs alimentaires. De la même façon, la longe reflète d'une manière assez fidèle la proportion de masses maigres dans la carcasse, alors que le jambon est moins associé à la première composante. Ici, encore la prise en considération de la somme des morceaux nobles (jambon + longe), correspond à une perte d'information par rapport à l'étude séparée de ces morceaux. Cela tient au fait que le jambon, de même d'ailleurs que la panne, intervient dans l'explication de deux composantes qui se distinguent dans leur interprétation physiologique. C'est ainsi que l'état d'engraissement des carcasses pourrait être mieux caractérisé par le rapport Longe/Bardière, comme le propose DESMOULIN (1971), ou mieux par une combinaison linéaire entre la longe et la bardière, en corrélation maximale avec la première composante. D'un autre côté, il est intéressant de remarquer que la poitrine-hachage n'entre pas dans la composante viande-graisse. Il s'agit là en réalité d'un critère imprécis, auquel il conviendrait d'associer la répartition des tissus gras et musculaires pour traduire d'une manière plus précise les variations expérimentales (DESMOULIN, 1970). Enfin le regroupement de la poitrine-hachage et du jambonneau dans la troisième composante, dite de conformation, nous a conduit à y voir le développement de la région thoracique, en vue de l'interprétation d'un dimorphisme sexuel. Bien entendu, une découpe anatomique aurait permis de mieux dégager les composantes et de leur attribuer une interprétation plus précise sur le plan physiologique.

Les résultats de l'analyse de variance sur les composantes principales des données de la découpe des carcasses nous ont ainsi montré que l'amélioration de l'équilibre azoté de la ration, tant par l'élévation du niveau de l'acide aminé limitant primaire que par l'augmentation quantitative du taux azoté, agit à la fois sur le rapport viande/graisse dans les carcasses et sur la conformation de ces dernières, dans le sens d'une stimulation du développement des régions les plus précoces du corps, c'est-à-dire le jambon et la poitrine. Ceci semble indiquer que le niveau quantitatif ou qualitatif de l'apport azoté exerce une action spécifique sur les régions corporelles selon leur allométrie de croissance, le besoin de lysine étant d'autant plus élevé que le développement de ces dernières est plus intense. C'est ainsi que la lysine, lorsqu'elle est fournie à dose élevée, agirait à un stade précoce sur le développement du jambon, tandis qu'à un taux plus faible, elle agirait préférentiellement sur les morceaux à développement plus tardif, en particulier la longe. Il convient de prendre en considération ces actions différentielles si l'on veut maîtriser la conformation des carcasses à un poids d'abattage donné. L'analyse multidimensionnelle permet précisément d'avoir une vue plus dynamique de l'influence des facteurs nutritionnels sur la croissance et le développement.

## SUMMARY

LYSINE REQUIREMENT OF THE GROWING-FINISHING PIG  
APPLICATION OF THE MULTIVARIATE STATISTICAL ANALYSIS

An attempt was made to determine the lysine requirement of growing-finishing pigs, between 20 and 90 kg live weight, by supplementing semi-purified diets based on sunflower oil-meal by industrial L-lysine. 72 *Large White* pigs, half castrated males, half females, with an initial mean live weight of 23 kg, were used during the experiment performed according to a factorial scheme of the  $3 \times 3$  type :

- 3 levels of sunflower protein ; 12, 17 and 20 p. 100 of the diet
- 3 doses of supplementary L-lysine : 0, 1,5 and 3 p. 100 of the dietary protein.

The results obtained show that supplementary lysine has a favourable influence upon the growth performances and carcass characteristics. This effect, all the more clear as the protein level is high, is more pronounced in females than in castrated males. For pigs weighing between 20 and 60 kg, the lysine requirement is estimated to be 1.02 and 0.82 p. 100 of a diet containing about 3 400 kcalories of digestible energy/kg, for the females and castrated males respectively. The corresponding amounts of lysine for 1 000 kcalories of digestible energy are 2.9 and 2.5 g. This requirement is lower during the finishing period and constitutes about 0.6 p. 100 of the diet, *i. e.* 1.8 g lysine per 1 000 kcalories of digestible energy.

Moreover, a principal component analysis on the 12 carcass data reveals five components explaining 78 p. 100 of the total variation and constituting successively the meat/fat ratio, the early development of the ham and bellow, the general conformation of the animal, the development of the picnic, and at last the late length development. The analysis of variance of these components showed that L-lysine supplementation of sunflower proteins, like the quantitative increase of the nitrogen supply, not only improves the meat/fat ratio of the carcasses, but also modifies the carcass conformation, *i. e.* by stimulating of the development of the ham and bellow. The factor analysis of correspondances based on the results of the body composition led us to the same conclusions.

---

 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- A. R. C. (Agricultural Research Council), 1967. *The nutrient requirements of farm livestock n°3 Pigs*; pp. 278, A. R. C., London.
- BECKER D. E., 1958. Proper protein and aminoacid levels important in swine feeds. *The Feed Bag Red Book*, 157-164. Editorial Service Company, Wisconsin.
- BLAIR R., DENT J. B., ENGLISH P. R., RAEBURN J. R., 1969. Protein, lysine and feed intake level effects on pig growth. I. Main effects. *J. Agric. Sci.*, **72**, 379-300.
- BLAIR R., DENT J. B., ENGLISH P. R., RAEBURN J. R., 1969. Protein, lysine and feed intake level effects on pig growth. II. Effects on carcass composition and quality. *J. agric. Sci.*, **73**, 395-415.
- DENT J. B., BLAIR R., ENGLISH P. R., RAEBURN J. R., 1970. Protein, lysine and feed intake level effects on pig growth. III. Regression analysis and economic aspects. *J. agric. Sci.*, **75**, 189-205.
- 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., Paris.
- DESMOULIN B., 1970. La détermination de la densité corporelle. 2. Application à l'étude des états d'obésité chez le Porc. *Journées Rech. Porcine en France*, 177-185, I. N. R. A., Paris.
- DESMOULIN B., 1971. La séparation des porcs mâles castrés et des porcs femelles en alimentation restreinte depuis le sevrage. II. Application de la densimétrie à l'état d'engraissement des carcasses. *Journées Rech. Porcine en France*, 81-90, I. N. R. A., Paris.
- FAUCONNEAU G., PION R., 1969. Quelques aspects nouveaux du métabolisme de l'azote chez le Porc et leurs conséquences pour la satisfaction de ses besoins en protéines. *Congrès Fédération Européenne de Zootechnie*, Helsinki.
- HARPER A. E., 1968. Imbalance and Toxicity of Aminoacid, in MUNRO H. N., ALLISON J. B. *Mammalian protein metabolism*, vol. II, 87-134, Acad. Press, New-York.

- HENRY Y., ÉTIENNE M., 1969. Effets nutritionnels de l'incorporation de cellulose purifiée dans le régime du Porc en croissance-finition. I. Influence sur l'utilisation digestive des nutriments. *Ann. Zootech.*, **18**, 337-357.
- HENRY Y., RÉRAT A., 1964. Variations des taux énergétique et azoté dans l'alimentation du Porc en croissance. Observations préliminaires. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **4**, 263-271.
- HENRY Y., RÉRAT 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., RÉRAT A., 1970. Estimation du besoin en thréonine chez le Porc femelle entre 20 et 50 kg de poids vif. *Journées Rech. Porcine en France*, 73-78, I. N. R. A., Paris.
- JEFFERS J. N. R., 1962. Principal Component Analysis of Designed Experiment. *The Statistician*, **12**, 230-242.
- LEBERT L., FÉNELON J. P., 1971. *Statistique et Information Appliquée*, pp. 426, Dunod, Paris.
- LENER J. T., 1968. *Contribution à l'étude du besoin de lysine en relation avec le taux énergétique, chez le Rat et le Porc*. Thèse Doctorat 3<sup>e</sup> Cycle, Paris.
- MITCHELL J. R., JR., BECKER D. E., JENSEN A. H., NORTON H. W., HARMON B. G., 1965. Caloric density of the diet and the lysine need of growing swine. *J. Anim. Sci.*, **24**, 977-980.
- MITCHELL J. R., JR., BECKER D. E., HARMON B. G., NORTON H. W., JENSEN A. H., 1968 a. Some amino acid needs of the young pig fed a semisynthetic diet. *J. Anim. Sci.*, **27**, 1322-1326.
- MITCHELL J. R., JR., BECKER D. E., JENSEN A. H., HARMON B. G., NORTON H. W., 1968 b. Determination of amino acid needs of the young pig by nitrogen balance and plasma free amino acids. *J. Anim. Sci.*, **27**, 1327-1331.
- N. R. C. (National Research Council), 1968. *Nutrient requirements of swine*, pub. 1599, pp. 69, National Academy of Sciences, Washington D. C.
- OLLIVIER L., 1970. L'épreuve de la descendance chez le Porc *Large White* Français de 1953 à 1966. I. Analyse de la variation. *Ann. Génét. Sél. anim.*, **3**, 311-324.
- POPPE S., WIESEMÜLLER W., 1968. Untersuchungen über den Aminosäurenbedarf Wachsender Schweine. I. Bestimmung des Lysinbedarfes mit Hilfe der N-Bilanz. Methode. *Arch. Tierernähr.*, **18**, 392-404.
- RÉRAT A., HENRY Y., 1963. Besoin en lysine du Rat en croissance : principe d'une méthodologie et résultats expérimentaux. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, 257, 3045-3048.
- RÉRAT A., LOUGNON J., 1965. Supplémentation par la L-lysine d'un régime végétal simplifié chez le Porc en croissance. *Ann. Zootech.*, **14**, 247-260.
- RÉRAT A., LOUGNON J., 1966. Les besoins en aminoacides du Porc en croissance (revue). *Cahiers de l'A. E. C.*, n° 6, 343-422, A. E. C., Commeny (03).
- RÉRAT A., 1966. Utilisation des acides aminés obtenus par voie industrielle dans l'alimentation du Porc en croissance. *IX<sup>e</sup> Congrès Intern. de Zootechnie*, Edimbourg.
- RÉRAT A., HENRY Y., 1967. Étude du besoin azoté chez le Porc en croissance. II. Utilisation de la farine de poisson à des doses excessives par rapport au besoin azoté. *Ann. Zootech.*, **16**, 203-211.
- RÉRAT A., HENRY Y., 1970. Étude du besoin en acides aminés soufrés du Porc en croissance. *Journées Rech. Porcine en France*, 61-66, I. N. R. A., Paris.
- RÉRAT A., LERNER J., HENRY Y., BOURDON D., 1970. Étude du besoin de lysine du Porc en croissance en relation avec le taux énergétique du régime. *Journées Rech. Porcine en France*, 79-84, I. N. R. A., Paris.
- ROBINSON D. W., 1966. Sex differences in the response of pigs to dietary amino-acid supplementation, with reference to growth and body composition. *J. Sci. Food. Agric.*, **17**, 1-6.
- ROUVIER R., RICARD F. H., 1965. Étude des mesures de conformation du poulet. II. Recherche des composantes de la variabilité morphologique du Poulet vivant. *Ann. Zootech.*, **14**, 213-227.
- SMITH C., KING J. W. B., GILBERT N., 1962. Genetic parameters of *British Large White Bacon Pigs*. *Anim. Prod.*, **4**, 128-143.
- SMITH C., ROSS G. I. S., 1965. Genetic parameters of *British Landrace Bacon Pigs*. *Anim. Prod.*, **7**, 291-301.
- TOMASSONE R., 1970. *L'analyse factorielle des correspondances*. 3<sup>e</sup> Congrès J. U. F. R. O. du Groupe des Statisticiens Forestiers, 7-11/9, I. N. R. A., Jouy-en-Josas.
- WIESEMÜLLER W., POPPE S., 1969. Die Bewertung der Proteine durch die Bestimmung der N-Bilanz. 5. Die Bestimmung der Wahren Verdaulichkeit bei N-bilanzversuchen mit verschiedenen Proteingehalten in den Rationen. *Arch. Tierernähr.*, **19**, 149-156.