

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

Y. HENRY et R. DE WILDE *

avec la collaboration technique de A. GAYE

Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs,
Centre national de Recherches zootechniques, I. N. R. A.,
78350 Jouy en Josas (France)

* Laboratoire de Nutrition animale
Faculté de Médecine Vétérinaire
Université de Gand, Heidestraat, 19, 9220 Merelbeke (Belgique)

RÉSUMÉ

Au cours d'une expérience portant sur 18 porcs mâles castrés, de race *Large White* et d'un poids vif moyen initial de 25 kg, on a procédé à l'étude de l'influence de proportions variables de matières grasses et de protéines dans la ration sur l'utilisation digestive des principes énergétiques et azotés et la rétention azotée au cours de cinq périodes de collecte successives, ainsi que sur la composition corporelle finale au poids moyen d'abattage de 86 kg. Les 6 traitements appliqués étaient répartis suivant un dispositif factoriel 3×2 , comprenant 3 taux d'huile d'arachide (2, 12 et 22 p. 100) et 2 taux de protéines de poisson (12 et 16 p. 100), dans des régimes semi-purifiés à base d'amidon de maïs. Dans chacun des lots, les animaux étaient soumis à une alimentation égalisée dans le temps, sur la base de l'apport de matière sèche.

Il ressort des résultats obtenus que l'élévation du taux d'huile d'arachide de 2 à 22 p. 100 entraîne une diminution quasi linéaire du coefficient d'utilisation digestive de l'énergie (CUDE) de 88 à 85 p. 100, mais ne modifie pas le CUD des matières azotées, dont la valeur moyenne est de 87,4. L'évolution du CUDE en fonction du temps se traduit par une amélioration sensible entre la première période et les suivantes (83,9 contre 87,1), la dépression initiale étant d'autant plus importante que le pourcentage d'huile d'arachide est plus élevé, soit respectivement 83,4 et 81,1 pour 12 et 22 p. 100 contre 87,2 au taux de 2 p. 100. L'influence du niveau énergétique sur la rétention azotée fait apparaître une interaction avec le niveau de l'apport azoté et le stade de la croissance. La quantité d'azote fixée n'est pas modifiée par le niveau énergétique au taux de protéines le plus bas (12 p. 100), tandis qu'au taux supérieur (16 p. 100) elle est améliorée lorsque le pourcentage d'huile d'arachide s'élève de 2 à 12 p. 100, de 14,7 à 16,8 g/j sur l'ensemble de la croissance. Quel que soit le niveau azoté, une incorporation accrue de matières grasses dans le

régime, pour un niveau d'ingestion de matière sèche donné, est accompagnée d'une augmentation de l'adiposité des carcasses ; les pourcentages de bardière + panne sont ainsi respectivement de 17,2-18,9 et 19,8 p. 100 pour 2, 12 et 22 p. 100 d'huile d'arachide.

INTRODUCTION

L'étude de l'équilibre azote-énergie dans l'alimentation du Porc en croissance-finition a fait l'objet d'un grand nombre de travaux portant sur la variation simultanée du taux de matières azotées (ou de l'acide aminé limitant) et de la valeur énergétique dans des régimes renfermant généralement des proportions variables de diverses sources de matières grasses dans la ration. Dans une série d'expériences préliminaires (HENRY et RÉRAT, 1964), nous avons montré que l'élévation du taux d'huile d'arachide de 5 à 15 p. 100 dans des rations semi-purifiées contenant 8 ou 16 p. 100 de protéines de poisson n'entraînait aucune amélioration significative de la vitesse de croissance entre 20 et 90 kg de poids vif ; cependant, à la suite d'un accroissement de la consommation d'énergie, les carcasses à l'abattage étaient caractérisées par une augmentation notable de l'adiposité.

Compte tenu de ces premières observations, nous avons entrepris une deuxième série d'expériences dans le but d'étudier, chez le porc entre 20 et 90 kg de poids vif, l'influence de variations plus importantes du taux de matières grasses sur l'utilisation digestive des constituants énergétiques et azotés du régime, la rétention azotée, les performances de croissance et la composition corporelle. Les résultats de la présente étude, qui ont fait l'objet par ailleurs d'une publication partielle (HENRY, 1966), concernent les effets combinés des taux de lipides et de matières azotées sur l'utilisation digestive et la rétention azotée.

MATÉRIEL, ET MÉTHODES

Dix-huit porcs mâles castrés, de race *Large White* et d'un poids vif moyen initial de 25 kg, sont placés en cages de digestibilité et soumis à 6 régimes répartis suivant un schéma factoriel du type 3×2 :

- 3 taux d'huile d'arachide : 2, 12 et 22 p. 100,
- 2 taux de matières azotées : 12 et 16 p. 100,

à raison de 3 répétitions par traitement.

A l'intérieur de chacune des 3 répétitions, deux groupes de 3 animaux issus chacun d'une même portée, sont affectés au hasard aux 2 taux de protéines, selon la technique des parcelles subdivisées (COCHRAN et COX, 1962) ; les animaux, à l'intérieur de chaque trio, sont ensuite affectés au hasard aux 3 taux d'huile d'arachide :

Trio	M. azotées (%)	Huile d'arachide (%)		
		2	12	22
1	12	1*	2*	3*
2	16	4*	5*	6*

(* n° du lot)

La composition des régimes, du type semi-synthétique, est rapportée dans le tableau 1. La source azotée est constituée exclusivement par la farine de hareng de Norvège ; l'huile d'arachide est introduite en remplacement de l'amidon de maïs.

TABLEAU I

Composition des régimes expérimentaux (p. 100)

Matières azotées	12			16		
	2	12	22	2	12	22
Huile d'arachide						
Lot	1	2	3	4	5	6
Farine de hareng de Norvège ⁽¹⁾	16	16	16	21,5	21,5	21,5
Amidon de maïs	45	35	25	39,5	29,5	19,5
Sucre roux	20	20	20	20	20	20
Cellulose de bois ⁽²⁾	10	10	10	10	10	10
Huile d'arachide	2	12	22	2	12	22
Mélange minéral ⁽³⁾	5	5	5	5	5	5
Mélange vitaminique ⁽³⁾	2	2	2	2	2	2
<i>Résultats d'analyses (p. 100)</i>						
Matière sèche	91,38	92,07	93,34	91,57	92,37	93,12
<i>Pourcentage de la matière sèche</i>						
Matières minérales	6,76	6,88	7,01	7,33	7,41	7,21
Matière organique	93,24	93,12	92,99	92,67	92,59	92,79
N	2,158	2,108	2,022	2,764	2,799	2,595
Énergie brute, kcal/kg MS	4 249	4 707	5 217	4 346	4 769	5 306
Énergie brute, kcal/kg MO	4 557	5 055	5 610	4 690	5 151	5 718

⁽¹⁾ Renferme 93,2 p. 100 de matière sèche ; 11,6 p. 100 de matières minérales ; 74,2 p. 100 de matières azotées et 9,4 p. 100 de matières grasses.

⁽²⁾ Variété *Colmacel F2*, Éts Pronoval-Novacel, Alizay (27).

⁽³⁾ HENRY et RÉRAT (1964).

Les animaux reçoivent leurs régimes respectifs au cours de 5 périodes successives, d'une durée de 3 semaines et comportant chacune une phase finale de collecte des matières fécales et de l'urine pendant 6 jours ; les coefficients d'utilisation digestive des substances énergétiques et azotées, ainsi que la rétention azotée, sont déterminés suivant une technique décrite par ailleurs (HENRY et RÉRAT, 1966).

Au cours de chacune des périodes, les animaux sont soumis à un même niveau d'alimentation (méthode « paired-feeding » de MITCHELL, 1930), soit respectivement 1- 1,2- 1,5- 1,6 et 1,7 kg d'aliment par jour de la 1^{re} à la 5^e période. Les régimes sont distribués sous forme de soupe, à raison de 3 l d'eau par kg d'aliment frais, en 3 repas par jour.

A l'issue de la 5^e période de collecte, les animaux sont transférés dans des loges individuelles, sans changement des conditions d'alimentation. Ils sont abattus vers 85 kg de poids vif et leurs carcasses découpées suivant la technique parisienne.

Les données expérimentales sont traitées selon la technique habituelle de l'analyse de variance de manière à dissocier la variation entre animaux de la variation entre périodes ou intra-animal.

RÉSULTATS

A. — Croissance pondérale (tabl. 2 et 3 ; fig. 1)

Suivant les indications du protocole expérimental, les animaux des 6 lots ont sensiblement consommé, au cours des 5 périodes, la même quantité de matière sèche ; l'évolution de cette dernière, ainsi que celle du poids vif est rapportée dans le ta-

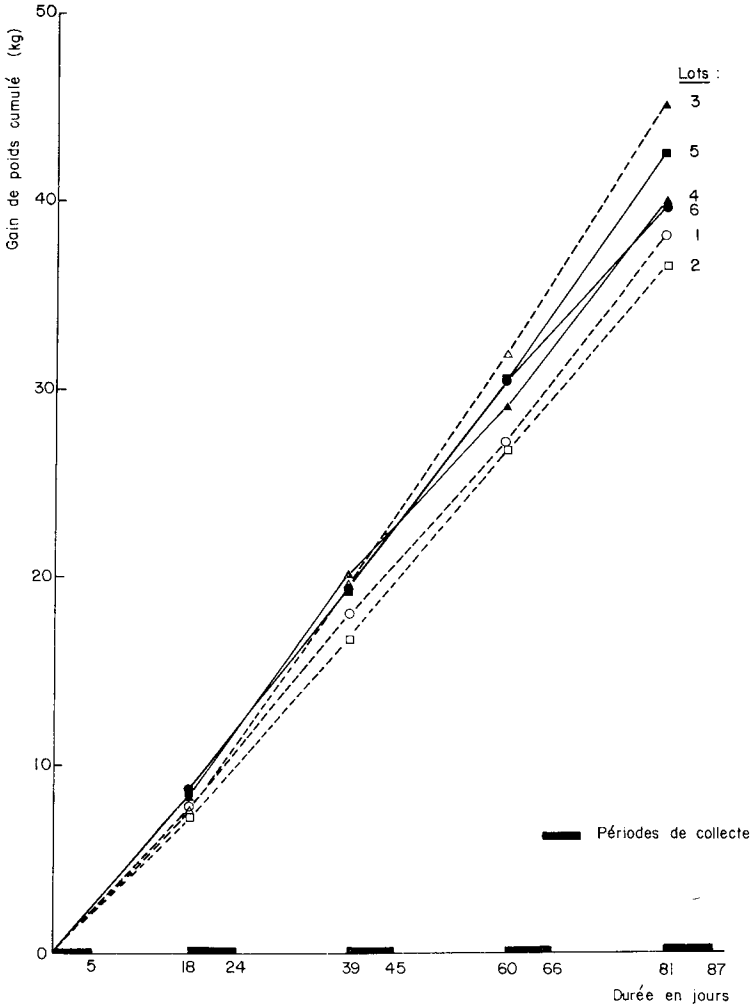


FIG. 1. — Évolution du gain de poids cumulé
Huile d'arachide (%)

M. azotées (%)

12
16

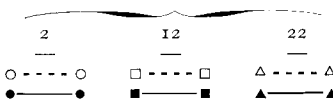


TABLEAU 2

Évolution du poids vif moyen et de la consommation journalière de matière sèche par période

Période	Temps, en jours, après le début de l'expérience	Poids vif moyen (kg)	Matière sèche ingérée (g/j)
1	3	31,2	919
2	21	39,5	1 120
3	42	50,5	1 364
4	63	61,3	1 488
5	84	72,1	1 542

TABLEAU 3

Évolution du gain moyen journalier, en g, par lot et par période

Matières azotées (%)	12			16			Moyenne par période	
	2	12	22	2	12	22		
Huile d'arachide (%)	1	2	3	4	5	6		
Lot	1	2	3	4	5	6		
période {	1	432	340	401	571	357	401	417
	2	421	421	559	544	599	555	516
	3	464	468	599	508	631	508	530
	4	607	611	742	548	655	631	632
	5	417	552	579	556	603	369	513
Moyenne par lot sur la période totale	474	464	566	503	540	491		

Matières azotées (%) { 12 : 501
16 : 511

Huile d'arachide (%) { 2 : 488
12 : 502
22 : 528

Analyse statistique des résultats par animal, sur la période totale (1) :

 $s_{\bar{x}}$: 17,7; CV = 6,1 p. 100.Effets significatifs : E_L *; $N \times E_L$: *.

(1) Indications valables pour les tableaux 3 et suivants :

 $s_{\bar{x}}$: écart-type de la moyenne; CV : Coefficient de variation p. 100.E : taux d'huile d'arachide; E_L : Effet linéaire.

N : taux azoté

P : période

Effets d'interaction : taux d'huile d'arachide-période : $E \times P$; taux azoté-taux d'huile d'arachide : $N \times E$; taux azoté-période : $N \times P$.

Seuils de signification : ** : 0,01; * : 0,05; (0,10) : 0,10.

bleau 2. Il est à noter toutefois que les porcs du lot 6 ont refusé une certaine fraction des quantités offertes pendant les deux dernières périodes (respectivement 7,9 et 6,1 p. 100). Le niveau moyen d'ingestion de ce groupe a été ainsi de 2,3 p. 100 inférieur à celui des autres lots, ce qui s'est traduit dans le même temps par une diminution notable du gain de poids (fig. 1). Dans le tableau 3, l'analyse statistique des résultats moyens de croissance par animal, sur la période totale, fait ressortir une interaction significative entre le niveau azoté et le pourcentage d'huile d'arachide. Ce dernier est sans effet au taux de 12 p. 100 de matières azotées ; par contre, au taux de 16 p. 100 de matières azotées, la vitesse de croissance la plus élevée est obtenue en présence de 12 p. 100 d'huile d'arachide dans la ration.

B. — Excrétions fécale et urinaire (tabl. 4)

Dans le tableau 4 nous avons rapporté les résultats les plus caractéristiques concernant les excrétions de matières fécales et d'urine. La teneur en matière sèche des fèces n'est pas modifiée par le taux d'huile d'arachide, mais diminue de 51,7 à 47,6 p. 100 lorsque le pourcentage de protéines s'élève de 12 à 16 p. 100. La teneur en cendres de la matière sèche fécale diminue de 26,4 à 19,9 p. 100 à mesure que le taux d'huile d'arachide croît de 2 à 22 p. 100, tandis qu'elle augmente avec la proportion de farine de poisson de 21,4 à 24,0 entre 12 et 16 p. 100 de protéines. La concentration en énergie de la matière organique fécale augmente avec le taux de matières grasses, soit de 4,9 à 5,9 kcal/g entre 2 et 22 p. 100 d'huile d'arachide. La quantité journalière d'urine excrétée semble plus élevée au taux le plus bas d'huile d'arachide (2,9 l/j contre 2,7 aux taux supérieurs).

TABLEAU 4

Excrétions fécale et urinaire

	Huile d'arachide (%)			Protéines (%)		Période				
	2	12	22	12	16	1	2	3	4	5
Excrétion fécale :										
Teneur en MS (%)	49,9	49,0	50,1	51,7	47,6	47,1	49,6	50,4	50,3	50,9
Teneur en cendres (% MS).	26,4	21,9	19,9	21,4	24,0	21,2	20,9	22,7	23,5	25,2
Énergie brute (kcal/g MO fécale)	4,89	5,22	5,90	5,33	5,34	5,68	5,21	5,30	5,25	5,39
Excrétion d'urine (l/j)	2,88	2,75	2,74	2,80	2,78	1,93	2,29	2,73	3,37	3,63

L'évolution au cours de la croissance fait apparaître une augmentation de la teneur en matière sèche des fèces entre la première période et les suivantes, de 47 à 50 p. 100. On constate de la même façon une élévation de la teneur en cendres de la matière sèche fécale de 21 à 25 p. 100, tandis que le contenu en énergie de la matière organique fécale est le plus élevé au cours de la première période (5,7 kcal/g contre 5,3).

C. — *Utilisation digestive de la matière organique, de l'énergie et des matières azotées (tabl. 5 à 9)*

Les coefficients d'utilisation digestive apparents de la matière organique (CUDMO) et de l'énergie (CUDE) suivent une évolution sensiblement parallèle en fonction des taux de lipides et de matières azotées (tabl. 5 et 6). Sur l'ensemble des périodes

TABLEAU 5

Coefficient d'utilisation digestive de la matière organique (CUDMO)

Matières azotées		12			16			Moyenne par période
Huile d'arachide (%)		2	12	22	2	12	22	
Lot		1	2	3	4	5	6	
Période	1	88,2	85,0	81,9	90,3	84,1	82,2	85,3
	2	87,6	85,4	84,4	89,7	86,1	85,4	86,5
	3	88,4	86,3	86,6	89,3	86,9	86,6	87,4
	4	87,9	87,7	85,7	88,7	87,2	86,8	87,3
	5	88,7	88,6	87,5	89,3	88,1	87,6	88,3
Moyenne par lot		88,2	86,6	85,2	89,5	86,5	85,7	

Matières azotées (%) $\left\{ \begin{array}{l} 12 : 86,7 \\ 16 : 87,2 \end{array} \right.$

Huile d'arachide (%) $\left\{ \begin{array}{l} 2 : 88,8 \\ 12 : 86,5 \\ 22 : 85,5 \end{array} \right.$

$S_{\bar{x}} = 0,64$; CV = 1,5 p. 100.

Effets significatifs : E ** E_L ** P ** E × P **.

des, le CUD de l'énergie diminue de 88 à 85 p. 100 lorsque le taux d'huile d'arachide s'élève de 2 à 22 p. 100, tandis qu'il augmente légèrement de 86,0 à 89,0 p. 100 entre 12 et 16 p. 100 de protéines. Il convient cependant de remarquer une interaction significative entre le taux de lipides et la période. Alors qu'à 2 p. 100 d'huile d'arachide, le CUD de l'énergie subit peu de modifications au cours des différentes phases de la croissance, aux taux de 12 et 22 p. 100, par contre, on observe une nette dépression de la digestibilité pendant la première période, en comparaison avec les périodes suivantes, soit respectivement 83,4 contre 87,0 au taux de 12 p. 100 et 81,1 contre 86,0 à celui de 22 p. 100.

Il est bon de signaler que le parallélisme entre les CUD de la matière organique et de l'énergie n'est pas absolu. Ainsi, d'après le tableau 7, l'écart entre les deux coefficients subit des modifications variables selon la proportion d'huile d'arachide et le taux de protéines. Dans les régimes à 12 p. 100 de protéines, il diminue mais demeure positif à mesure qu'augmente le pourcentage de lipides, tandis qu'à 16 p. 100 de protéines il devient négatif au taux de 12 p. 100 d'huile d'arachide (lot 5). Remarquons par ailleurs que cet écart est le plus élevé au cours de la première période.

TABLEAU 6

Coefficient d'utilisation digestive de l'énergie (CUDE)

Matières azotées (%)	12			16			Moyenne par période	
Huile d'arachide (%)	2	12	22	2	12	22		
Lot	1	2	3	4	5	6		
Période	1	85,8	83,2	80,9	88,6	83,7	81,4	83,9
	2	87,2	84,9	84,4	89,6	87,0	85,1	86,4
	3	88,0	85,5	86,9	88,7	87,3	86,3	87,1
	4	87,2	87,2	85,5	88,2	87,4	86,7	87,0
	5	88,2	88,0	86,6	88,8	88,5	86,7	87,8
Moyenne par lot	87,3	85,7	84,8	88,8	86,8	85,2		

Matières azotées (%) $\left\{ \begin{array}{l} 12 : 86,0 \\ 12 : 86,9 \end{array} \right.$ Huile d'arachide (%) $\left\{ \begin{array}{l} 2 : 88,0 \\ 12 : 86,3 \\ 16 : 85,1 \end{array} \right.$

$S_{\bar{x}} = 0,57$; CV = 1,3 p. 100.

Effets significatifs : N (0,10) E ** E_L ** P ** E × P **.

TABLEAU 7

Variation de l'écart entre les CUD de la matière organique et de l'énergie (CUDMO — CUDE)

Matières azotées (%)	12			16			Moyenne par période	
Huile d'arachide (%)	2	12	22	2	12	22		
Lot	1	2	3	4	5	6		
Période	1	2,4	1,8	1,0	1,5	0,4	0,8	1,3
	2	0,4	0,5	0	0,1	— 0,9	0,3	0,1
	3	0,4	0,8	— 0,3	0,6	— 0,4	0,3	0,2
	4	0,7	0,5	0,2	0,5	0,2	0,1	0,3
	5	0,5	0,6	0,9	0,5	— 0,4	0,9	0,5
Moyenne par lot	0,9	0,8	0,4	0,7	— 0,3	0,5		
EMO _f (1)	4 835	5 364	5 800	4 947	5 077	5 999		
EMO _f /EMO _i (1)	1,06	1,06	1,03	1,05	0,98	1,05		
	CUDMO-CUDE			EMO _f /EMO _i				
Matières Azotées (%)	12			16				
	0,7			1,05				
	0,3			1,03				
Huile d'arachide (%)	2			12				
	0,8			1,05				
	0,3			1,02				
	0,4			1,04				

(1) EMO_f : Contenu en énergie de la matière organique fécale (kcal/kg).

EMO_i : Contenu en énergie de la matière organique ingérée (kcal/kg) (tabl. 1).

La valeur énergétique moyenne des régimes, exprimée en kcalories d'énergie digestible par kg de matière sèche, est indiquée dans le tableau 8. L'addition de 10 et 20 p. 100 d'huile d'arachide dans le régime témoin à 2 p. 100 entraîne une augmentation de la valeur moyenne en énergie digestible dans les proportions respectives de 8 et 19 p. 100.

TABLEAU 8

Valeur énergétique moyenne des régimes : énergie digestible, kcal/kg matière sèche

Huile d'arachide (%)	2	12	22	Moyenne
MA (%) { 12	3 722 ± 62	4 058 ± 73	4 455 ± 33*	4 078
16	3 859 ± 83	4 154 ± 32	4 554 ± 55	4 189
Moyenne	3 790	4 106	4 505	

* Écart-type de la moyenne : 3 animaux par régime.

TABLEAU 9

Coefficient d'utilisation digestive des matières azotées (CUDN)

Matières azotées (%)	12			16			Moyenne par période	
	2	12	22	2	12	22		
Huile d'arachide (%)	1	2	3	4	5	6		
Lot	1	2	3	4	5	6		
Période {	1	85,2	86,1	85,0	88,0	87,9	85,8	86,3
	2	86,1	86,9	85,7	89,6	90,1	87,0	87,6
	3	87,9	85,5	86,5	88,4	89,0	87,4	87,5
	4	86,9	86,7	87,6	88,0	89,4	86,6	87,5
	5	88,1	87,2	86,9	89,3	89,1	86,4	87,8
Moyenne par lot	86,8	86,5	86,3	88,7	89,1	87,3		

Matières azotées (%) { 12 : 86,6
16 : 88,4

Huile d'arachide (%) { 2 : 87,8
12 : 87,7
22 : 86,8

S_z = 0,65 ; CV = 1,5 p. 100.
Effets significatifs : N *.

Comme l'indique le tableau 9, le CUD des matières azotées n'est pas affecté par le taux d'huile d'arachide, ni par la période, mais il augmente avec le taux azoté (soit respectivement 86,8 et 88,4 pour 12 et 16 p. 100 de matières azotées).

D. — *Rétention azotée* (tabl. 10 et 11, fig. 2)

L'évolution de la quantité journalière d'azote fixée en fonction du pourcentage d'huile d'arachide fait ressortir une interaction significative avec le niveau de l'apport azoté (tabl. 10). C'est ainsi qu'à 12 p. 100 de matières azotées la rétention azotée

TABLEAU 10

Azote retenu (g/j)

Matières azotées (%)		12			16			Moyenne par période
Huile d'arachide (%)		2	12	22	2	12	22	
Lot		1	2	3	4	5	6	
Période	1	10,66	10,84	10,14	14,17	14,67	12,28	12,13
	2	12,38	13,07	12,53	16,28	17,44	14,36	14,35
	3	14,33	14,45	16,27	14,57	18,15	15,29	15,51
	4	15,74	14,22	13,85	14,21	16,27	12,39	14,45
	5	15,79	14,55	14,18	14,31	17,64	14,92	14,74
Moyenne par lot		13,78	13,43	13,40	14,71	16,84	13,25	

Matières azotées (%) { 12 : 13,54
16 : 14,91

Huile d'arachide (%) { 2 : 14,24
12 : 15,13
22 : 13,22

$S_{\bar{x}} = 0,52$; CV = 6,3 p. 100.

Effets significatifs : N ** E * E_L * N × E * P ** N × P **.

n'est pas modifiée par l'élévation de l'apport énergétique, soit au delà de 5,03 g d'N digestible (ou 31,4 g de matières azotées digestibles) pour 1 000 kcalories d'énergie digestible. Par contre, au taux de 16 p. 100, la rétention azotée maximum est obtenue avec 12 p. 100 d'huile d'arachide, correspondant à un apport de 6,0 g d'N digestible (ou 37,5 g de matières azotées digestibles) pour 1 000 kcalories d'énergie digestible. La diminution de la quantité d'azote fixée dans le lot 6, principalement pendant les deux dernières périodes, peut être attribuée, au moins en partie, à une absorption azotée plus faible : cette dernière a été en moyenne de 28,3 g/j contre 32,1 et 32,4 respectivement dans les lots 4 et 5 à 2 et 12 p. 100 d'huile d'arachide. Notons, par ailleurs, une interaction significative entre le taux azoté, le taux de lipides et la période. Alors qu'aux taux extrêmes d'huile d'arachide (2 et 22 p. 100), la supériorité des régimes à 16 p. 100 de matières azotées ne se manifeste qu'en début de croissance, au taux de 12 p. 100, la rétention azotée est améliorée par l'élévation du niveau azoté jusqu'à la fin de l'expérience.

En ce qui concerne le coefficient de rétention azotée (tabl. 2), on retrouve les résultats habituels, à savoir une diminution en fonction du stade de la croissance

TABLEAU II
Coefficient de rétention azotée (CRN)

Matières azotées (%)	12			16			Moyenne par période	
Huile d'arachide (%)	2	12	22	2	12	22		
Lot	1	2	3	4	5	6		
Période	1	63,7	63,4	62,5	62,4	63,5	61,0	62,8
	2	60,6	63,0	63,4	58,1	60,9	56,2	60,4
	3	56,2	58,1	66,7	42,8	52,7	49,4	54,3
	4	55,3	51,8	51,2	38,4	44,1	39,4	46,7
	5	53,0	52,6	51,2	43,1	45,4	35,7	46,8
Moyenne par lot	57,8	57,8	59,0	49,0	53,3	48,3		

Matières azotées (%) { 12 : 58,2
16 : 50,2

Huile d'arachide (%) { 2 : 53,4
12 : 55,6
22 : 53,7

S \bar{x} = 1,50 ; CV = 5,5 p. 100.

Effets significatifs : N ** P ** N x P *

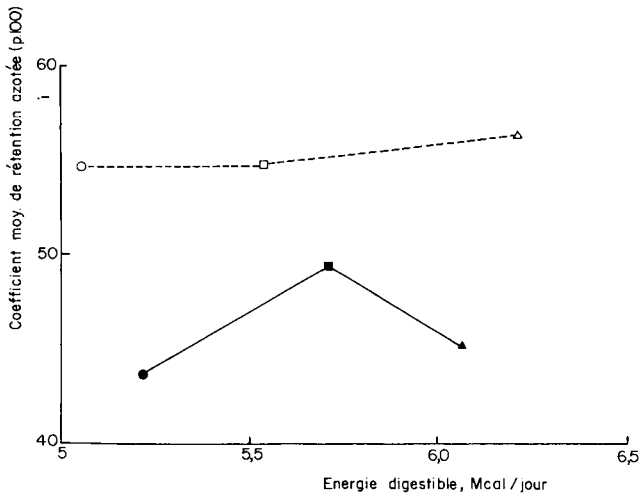
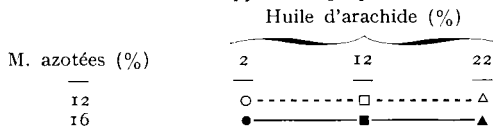


FIG. 2. — Relation entre le coefficient moyen de rétention azotée par lot et le niveau de l'apport énergétique



Le coefficient moyen de rétention azotée, dans chaque lot, a été calculé à partir des quantités cumulées d'azote retenu et absorbé sur l'ensemble des 5 périodes.

et du niveau de l'apport azoté ; cette diminution est d'ailleurs d'autant plus importante en fin de croissance que le taux azoté est lui-même plus élevé (interaction période \times taux azoté significative). Comme pour la rétention azotée journalière, l'influence favorable d'une élévation de la proportion d'huile d'arachide (12 p. 100) n'apparaît qu'au taux de matières azotées le plus élevé, soit 16 p. 100 (fig. 2).

E. — *Composition corporelle* (tabl. 12)

Les résultats de la découpe des carcasses, correspondant à un poids moyen d'abattage de 86,4 kg, font surtout apparaître une augmentation de l'adiposité à la suite de l'élévation du taux d'huile d'arachide de 2 à 22 p. 100. C'est ainsi que le

TABLEAU 12

Résultats de composition corporelle

Poids vif moyen final : 86,4 kg

Matières azotées (%)	Huile d'arachide (%)	Rdt (1)	Jambon + longe (2)	Bardière + panne (2)	Épaisseur moy. du lard dorsal (3) (mm)	Longueur carcasse (cm)
12	2	74,3	53,8	17,5	25,7	90,7
	12	74,9	51,4	19,7	29,8	89,5
	22	77,3	50,3	20,8	27,5	90,7
16	2	74,1	54,3	17,0	20,8	89,8
	12	75,1	52,8	18,2	25,0	91,2
	22	75,3	51,1	18,9	31,5	93,0
matières azotées (%)	12	75,5	51,8	19,3	27,7	90,3
	16	74,8	52,7	18,0	25,8	91,3
Huile d'arachide (%)	2	74,2	54,0	17,2	23,2	90,2
	12	75,0	52,1 *	18,9 (0,10)	27,4	90,3
	22	76,3	50,7	19,8	29,5	91,8
S _x (CV %)		1,55 (3,6)	0,83 (2,7)	0,92 (8,5)	2,53 (16,4)	2,69 (5,1)

(1) Poids net p. 100 poids vif.

(2) P. 100 poids net.

(3) $\frac{\text{Rein} + \text{dos.}}{2}$.

pourcentage de jambon + longe par rapport au poids net diminue de 54 à 50,7, tandis que celui de bardière + panne augmente de 17,2 à 19,8. Compte tenu du faible nombre d'animaux par lot, la plupart des effets n'atteignent pas le seuil de signification.

DISCUSSION

A. — *Taux de matières grasses et digestibilité*

La présente étude a montré que l'introduction de taux croissants d'huile d'arachide, entre 2 et 22 p. 100, dans des régimes semi-purifiés, chez le porc en croissance-finition, entraîne une diminution quasi linéaire du coefficient d'utilisation digestive de l'énergie (CUDE) de la ration entière, de 88 à 85 p. 100. A première vue, ce résultat semble en contradiction avec ceux obtenus par d'autres auteurs qui, suivant le cas, ont observé une influence favorable (GREELEY *et al.*, 1964 ; EUSEBIO *et al.*, 1965 ; BOENKER *et al.*, 1969 ; EWAN, 1970 ; FRÖBISH *et al.*, 1971) ou nulle (KURYVIAL et BOWLAND, 1962 ; NEWMAN *et al.*, 1967) d'une élévation du taux de matières grasses dans l'alimentation du porcelet ou du jeune porc en croissance sur l'utilisation digestive des graisses. Il convient cependant de remarquer que nos mesures de digestibilité concernent directement l'énergie, et non les matières grasses comme dans la plupart des travaux cités. Or, ce faisant, il y a un risque de surestimation de la digestibilité des lipides dans la mesure où la méthode d'extraction à l'éther, généralement utilisée, ne tient pas compte de la formation de savons insolubles dans la fraction fécale (BAYLEY et LEWIS, 1965 *a* ; TOULLEC *et al.*, 1968). Par ailleurs, l'amplitude de variation du CUD des matières grasses ou de l'énergie de la ration est elle-même en relation avec la valeur du CUD de l'énergie du régime initial. C'est ainsi que l'addition de graisses pourra exercer un effet d'autant plus favorable sur le CUD de l'énergie que ce dernier est initialement faible ; il en est ainsi par exemple dans l'étude de GREELEY *et al.* (1964) qui utilisaient un régime de base renfermant seulement 2 770 kcal d'énergie digestible/kg. Dans notre cas, la décroissance du CUD de l'énergie, à mesure qu'augmente le taux d'huile d'arachide, laisse supposer que la digestibilité de cette dernière est de toute façon inférieure à celle de la ration de base, soit 88 p. 100. Elle est nettement en dessous de la valeur de 95,8 p. 100 trouvée par SCHIEMANN *et al.* (1961), qui avaient procédé à un apport journalier de 400 g d'huile d'arachide à des porcs de plus de 100 kg de poids vif, en supplément d'une ration de base de 1 700 g.

De nombreux auteurs, parmi lesquels EUSEBIO *et al.* (1965), FRÖBISH *et al.* (1970), ont remarqué que le porcelet au sevrage utilise relativement mal les acides gras de sa ration. Notons d'ailleurs que parmi ces derniers les acides gras insaturés sont mieux absorbés que les acides gras saturés (SEWELL et MILLER, 1965 ; BAYLEY et LEWIS, 1965 *b* ; VANSCHOU BROEK, 1966 ; FLANZY *et al.*, 1968 ; HAMILTON et McDONALD, 1969 ; AUMAITRE, 1969). D'une manière générale, la diminution de la digestibilité des acides gras est associée à une formation accrue de savons insolubles (FLANZY, 1969). Dans le cas présent, toutefois, une telle explication est peu plausible, puisque l'augmentation du taux d'huile d'arachide est accompagnée d'une réduction du pourcentage de matières minérales dans les fèces.

L'augmentation importante du CUD de l'énergie entre la première période et les suivantes, après addition d'huile d'arachide, a permis de mettre en évidence une certaine adaptation du porc à une ingestion prolongée de quantités élevées de matières grasses, principalement pendant le jeune âge. Nos résultats confirment sur ce point les observations effectuées par ailleurs par LLOYD et CRAMPTON (1957), LLOYD *et*

al. (1957), EUSEBIO *et al.* (1965), FRÖBISH *et al.* (1969, 1970). Ils montrent de plus que l'amélioration de la digestibilité des graisses avec l'âge est d'autant plus importante que leur taux dans la ration est plus élevé. Remarquons également que l'augmentation du CUD de l'énergie de la ration totale peut être attribuée, au moins en partie, à une meilleure utilisation de la fraction cellulosique avec l'âge (HENRY et ÉTIENNE, 1969).

Les variations du CUD de l'énergie font apparaître des valeurs plus élevées au taux de 16 p. 100 de protéines qu'à celui de 12 p. 100. On pourrait conclure que le taux de protéines influence favorablement le CUD de l'énergie, comme l'ont observé ASPLUND *et al.* (1960), EWAN (1970), FRÖBISH *et al.* (1970). Il est plus logique de supposer, puisque dans les régimes à 16 p. 100 de protéines, 5,5 p. 100 d'amidon sont remplacés par de la farine de hareng, que l'énergie de cette dernière est plus digestible que celle de l'amidon de maïs. En effet, la différence de digestibilité entre les régimes à 12 et 16 p. 100 de protéines est plus grande pour l'énergie que pour la matière organique. Cela signifie que les substances plus énergétiques que l'énergie moyenne de la matière organique, en l'occurrence les lipides de la farine de poisson, seraient mieux digérés au taux de 16 p. 100 de protéines. Quoi qu'il en soit, cette amélioration de l'utilisation digestive de l'énergie avec le taux de protéines est due en partie à l'augmentation du CUD des matières azotées, qui est plus élevée que dans le cas de la matière organique.

Les résultats de digestibilité des matières azotées n'ont fait ressortir aucune influence significative du taux de lipides, ce qui est en accord avec les conclusions de la plupart des auteurs (ASPLUND *et al.*, 1960; KURYVIAL et BOWLAND, 1962; FRITZ, 1962; LOWREY *et al.*, 1962; STANDISH et BOWLAND, 1967; NEWMAN *et al.*, 1967). Par ailleurs, l'influence favorable d'une élévation du taux de protéines sur la digestibilité apparente de ces dernières, comme il a déjà été signalé par KURYVIAL et BOWLAND (1962), ainsi que par STANDISH et BOWLAND (1967), peut être attribuée, au moins en partie, à la moindre importance relative de la fraction azotée endogène dans le régime le plus riche en protéines.

Un autre point concerne les effets du taux de lipides du régime sur certaines caractéristiques des excréments fécale et urinaire. Ainsi, l'augmentation de la concentration en énergie de la matière organique fécale, à mesure que croît le taux d'huile d'arachide, provient d'une excrétion accrue d'acides gras, ce qui entraîne une dilution des minéraux dans la matière sèche fécale. En outre, la diminution du volume d'urine excrétée à la suite de l'incorporation de matières grasses dans la ration a été observée antérieurement par SLESINGR (1969). Il est à noter, par ailleurs, que l'élévation avec l'âge du pourcentage de cendres dans la matière sèche fécale traduit une réduction de l'absorption apparente des minéraux, qui serait due elle-même à une diminution de l'absorption vraie et à une augmentation de l'excrétion endogène, tout au moins en ce qui concerne le calcium (HANSARD *et al.*, 1961).

Les variations de l'écart entre les CUD de la matière organique et de l'énergie en fonction des taux de lipides et de protéines nécessitent une explication complémentaire. Si l'on représente par MO_f et MO_i les quantités de matières organiques fécale et ingérée, en g, par EMO_f et EMO_i les contenus en énergie des matières organiques fécale et ingérée, en kcal/g, cet écart s'exprime aisément par la relation :

$$CUDMO-CUDE = 100 \frac{MO_f}{MO_i} \left(\frac{EMO_f}{EMO_i} - 1 \right).$$

Autrement dit, l'écart CUDMO-CUDE, qui est normalement positif avec $EMO_f > EMO_i$, devient négatif lorsque $EMO_f < EMO_i$. Les variations du rapport EMO_f/EMO_i dans les différents lots ont été indiquées dans le tableau 7, en relation avec les valeurs correspondantes de l'écart CUDMO-CUDE. La diminution du rapport EMO_f/EMO_i au taux de 16 p. 100 de protéines résulte d'une meilleure utilisation digestive apparente de ces dernières. De plus, l'abaissement de ce rapport, lorsque le taux d'huile d'arachide s'élève de 2 à 12 p. 100, pourrait être attribué à une réduction de l'excrétion des lipides endogènes. L'additivité des effets des taux de protéines et d'huile d'arachide explique la valeur négative de l'écart CUDMO-CUDE observée dans le lot 5. Par contre, au taux de 22 p. 100 d'huile d'arachide, le rapport EMO_f/EMO_i augmente de nouveau, en raison probablement d'une mauvaise digestibilité de l'huile d'arachide à un taux élevé, de sorte que l'écart CUDMO-CUDE redevient positif dans le lot 6. Remarquons également que la valeur la plus élevée de cet écart au cours de la première période provient d'une excrétion accrue de lipides dans les matières fécales.

B. — Taux de matières grasses et rétention azotée

Les variations simultanées des apports azoté et énergétique, tout au long de la croissance, ont permis de mettre en évidence deux types d'interaction : entre le niveau azoté et le niveau énergétique d'une part, entre le niveau azoté et le stade de la croissance d'autre part. Lorsque les animaux reçoivent une quantité limitée de protéines (régimes à 12 p. 100), la rétention azotée n'est pas améliorée par un apport supplémentaire d'énergie au-delà d'une concentration de 4 722 kcal d'énergie digestible par kg de matière sèche, soit 31,4 g de matières azotées digestibles par 1 000 kcal d'énergie digestible. L'énergie en excès est alors utilisée pour la constitution de graisses de réserve, ce qui entraîne une exagération de l'état d'engraissement des carcasses à l'abattage. Par contre, au niveau azoté supérieur (régimes à 16 p. 100 de protéines), on observe une action d'épargne de l'énergie sur la rétention azotée, à la suite d'une élévation du taux d'huile d'arachide dans le régime de 2 à 12 p. 100, correspondant à une diminution de la quantité des matières azotées digestibles de 39,7 à 37,5 g pour 1 000 kcal d'énergie digestible. Il convient de préciser à ce propos que les porcs, en alimentation équilibrée, ont été soumis à un niveau de rationnement relativement sévère. Dans ce cas, l'apport énergétique s'est révélé insuffisant pour permettre une utilisation efficace des protéines, dont une partie a été de ce fait catabolisée à des fins énergétiques. L'augmentation de la quantité d'énergie disponible a permis au contraire une fixation supplémentaire d'azote, tout en conduisant à une augmentation de l'état d'engraissement des carcasses. Il n'en a pas été de même au taux de 22 p. 100 d'huile d'arachide. La diminution de la consommation d'aliment, donc de matières azotées, conséquence probable d'un effet d'inappétence, a provoqué cette fois une chute de la quantité d'azote fixée.

Inversement, il ressort de ces observations qu'une légère réduction de l'apport énergétique à partir d'un niveau déjà restreint (dans le cas présent 7 p. 100 quand la proportion d'huile d'arachide décroît de 12 à 2 p. 100) entraîne une diminution de la rétention azotée, mais la quantité de matières azotées nécessaire, relativement à l'énergie, est accrue. Ceci est en accord avec les résultats obtenus précédemment dans notre laboratoire (RÉRAT, HENRY et DESMOULIN, 1971) au cours d'un essai

portant sur l'influence d'une compensation complète ou partielle de l'apport azoté dans le cas d'une diminution du niveau énergétique de 20 p. 100 chez des porcs femelles entre 20 et 60 kg de poids vif. Il est clair par ailleurs que les effets des variations des apports azoté et énergétique sur la croissance tissulaire ne sont pas totalement indépendants, comme le soulignent par exemple COOKE, LODGE et LEWIS (1972 *a, b*). S'il en est ainsi pour un niveau normal d'alimentation, il en va tout autrement lorsqu'un bas niveau énergétique est associé à un apport azoté élevé; l'apport d'énergie constitue alors le facteur limitant de la fixation de matières azotées et de masses maigres dans l'organisme.

Jusqu'à présent, il n'a été fait état que de l'aspect quantitatif de l'apport énergétique du point de vue de ses effets sur la rétention azotée et la composition corporelle. Il est entendu que la nature des chaînes carbonées, comme la longueur de chaîne et le degré d'insaturation des acides gras s'il s'agit des matières grasses, peut orienter dans un sens plus ou moins favorable la rétention azotée selon l'intensité du catabolisme oxydatif, qui est plus élevé pour les acides gras à chaîne courte ou moyenne que pour les acides gras à chaîne longue (FLANZY, FRANÇOIS et RÉRAT, 1970; PERAZA CASTRO, 1972). Il convient donc de nuancer les résultats obtenus, compte tenu des caractéristiques particulières de la source de matières grasses utilisée (HENRY, 1972): la forte proportion d'acides gras longs polyinsaturés contenus dans cette dernière a tendance à se déposer préférentiellement dans le tissu adipeux, plutôt qu'à servir de source d'énergie immédiatement disponible pour la synthèse des protéines.

Reçu pour publication en décembre 1972.

SUMMARY

INCORPORATION OF DIFFERENT LEVELS OF DIETARY FAT (PEANUT OIL) AND PROTEIN INTO GROWING-FINISHING PIG DIETS.

I. — EFFECTS ON THE APPARENT DIGESTIBILITY OF ENERGY AND PROTEIN AND ON NITROGEN RETENTION

An experiment was carried out on 18 castrated male pigs of the *Large White* breed with an initial mean live weight of 25 kg, in order to study the effect of variable levels of fat and protein in the diet on the apparent digestibility of energy and protein on nitrogen retention during 5 successive periods of collecting as well as on the final body composition at a mean slaughter weight of 86 kg. The 6 treatments applied were arranged according to a factorial 3×2 design, including 3 levels of peanut oil (2, 12 and 22 p. 100) and 2 levels of fish protein (12 and 16 p. 100), in semi-purified diets containing maize starch. In each group, the animals were subjected to paired-feeding based on the same supply of dry matter.

Mean data of the experiment showed that raising the peanut oil level from 2 to 22 p. 100 led to an almost linear decrease of the apparent digestibility coefficient of energy (ADE) from 88 to 85 p. 100, but did not change the apparent digestibility of protein (ADN), whose mean value was 87.4. As a matter of fact, if variation in the ADE was considered according to time, a significant improvement between the first period and the following ones could be noticed (83.9. *versus* 87.1), the initial depression being particularly large in the presence of a high peanut oil level (12 and 22 p. 100), *i. e.* 83.4 and 81.1, respectively, *versus* 87.2 at the level of 2 p. 100. Increase of the protein level from 12 to 16 p. 100 brought about an improvement of the AD of energy (from 86.0 to 86.9) as well as of the A. D. of protein (from 86.6 to 88.4).

The effect of the level of fat on nitrogen retention showed an interaction with the level

of protein and the stage of growth. Thus, the amount of nitrogen retained was not changed by the energy level in the case of the lowest supply of protein (12 p. 100), *i. e.* over 31.4 g digestible crude protein for 1 000 kcal of digestible energy. On the other hand, at a higher protein level (16 p. 100), raising the peanut oil level from 2 to 12 p. 100, corresponding to 39.7 and 37.5 g digestible crude protein for (1 000 kcal of digestible energy, had a favourable effect on nitrogen retention (16.8 g/day *versus* 14.7). Whatever the level of protein, an increased incorporation into the diet of fat rich in polyunsaturated long-chain fatty acids, for a given dry matter intake level, was accompanied by an increase of carcass fatness, *i. e.* 17.2, 18.9 and 19.8 p. 100 of back-fat + kidneyfat respectively for 2, 12 and 22 p. 100 peanut oil.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ASPLUND J.-M., GRUMMER R. H., PHILIPS P. H., 1960. Stabilized white grease and corn oil in the diet of baby pigs. *J. anim. Sci.*, **19**, 709-714.
- AUMAITRE A., 1969. Utilisation de quelques graisses par le porcelet : propriétés d'appétibilité. Valeur alimentaire comparée et digestibilité. *Journées Rech. Porcine en France*, 125-130, I. N. R. A., I. T. P., éd., Paris.
- BAYLEY H. S., LEWIS D., 1965 a. The use of fats in pig feeding. I. Pig faecal fat not of immediate dietary origin. *J. Agric. Sci.*, **64**, 367-372.
- BAYLEY H. S., LEWIS D., 1965 b. The use of fats in pig feeding. II. The digestibility of various fats and fatty acids. *J. Agric. Sci.*, **64**, 373-378.
- BOENKER D. E., TRIBBLE L. F., PFANDER W. H., 1969. Energy and nitrogen evaluation of swine diets containing added fat or corn cobs. *J. anim. Sci.*, **28**, 615-619.
- COCHRAN W. G., COX G. M., 1962. *Experimental designs*, 611 p. John Wiley and sons, New York.
- COOKE R., LODGE G. A., LEWIS D., 1972 a. Influence of energy and protein concentration in the diet on the performance of growing pigs. I. Response to protein intake on a high-energy diet. *Anim. Prod.*, **14**, 35-46.
- COOKE R., LODGE G. A., LEWIS D., 1972 b. Influence of energy and protein concentration in the diet on the performance of growing pigs. 3. Response to differences in levels of both energy and protein. *Anim. Prod.*, **14**, 219-228.
- EUSEBIO J. A., HAYS V. W., SPEER V. C., MCCALL J. T., 1965. Utilization of fat by young pigs. *J. anim. Sci.*, **24**, 1001-1007.
- EWAN R. C., 1970. Effects of protein quality on fat utilization by baby pigs. *J. anim. Sci.*, **31**, 1020 (abstr.).
- FLANZY J., 1969. Étude de l'utilisation digestive des acides gras chez le Porc. *Journées Rech. Porcine en France*, 113-117, I. N. R. A., I. T. P., éd., Paris.
- FLANZY J., RÉRAT A., FRANÇOIS A.-C., 1968. Étude de l'utilisation digestive des acides gras chez le Porc. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **8**, 537-548.
- FLANZY J., FRANÇOIS A. C., RÉRAT A., 1970. Utilisation métabolique des acides gras chez le Porc. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **10**, 603-620.
- FRITZ Z., 1962. Digestibility of crude fat and higher fatty acids by pigs estimated with an indicator and paper chromatography. *Rocz. Nauk. Rol. (B)*, **81**, 23-42.
- FRÖBISH L. T., HAYS V. W., SPEER V. C., EWAN R. C., 1969. Effect of diet form and emulsifying agents on fat utilization by young pigs. *J. anim. Sci.*, **29**, 320-324.
- FRÖBISH L. T., HAYS V. W., SPEER V. C., EWAN R. C., 1970. Effect of fat source and level on utilization of fat by young pigs. *J. anim. Sci.*, **30**, 197-202.
- FRÖBISH L. T., HAYS V. W., SPEER V. C., EWAN R. C., 1971. Effect of fat source on pancreatic lipase activity and specificity on performance of baby pigs. *J. anim. Sci.*, **33**, 385-389.
- GREELEY M. G., MEADE R. J., HANSON L. E., 1964. Energy and protein intakes by growing swine. I. Effects on rate and efficiency of gain and on nutrient digestibility. *J. anim. Sci.*, **23**, 808-815.
- HAMILTON R. M. G., McDONALD B. E., 1969. Effect of dietary fat source on the apparent digestibility of fat and the composition of fecal lipids of the young pig. *J. Nutr.*, **97**, 33-41.
- HANSARD S. L., LYKE W. A., CROWDER H. M., 1961. Absorption, excretion and utilization of calcium by swine. *J. anim. Sci.*, **20**, 292-296.
- HENRY Y., 1966. Variations des taux énergétique et azoté du régime chez le porc en croissance. *IX^e Congrès International de Zootechnie*, Edimbourg.
- HENRY Y., 1972. Facteurs de variation de la composition des dépôts adipeux chez le Porc. *Rev. Fr. des corps gras*, **19**, 367-376.
- 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.
- KURVIAL M. S., BOWLAND J.-P., 1962. Supplemental fat as an energy source in the diets of swine and rats. II. Energy and nitrogen digestibility, nitrogen retention and carcass fat composition. *Cun. J. anim. Sci.*, **42**, 33-40.
- LLOYD L. E., CRAMPTON E. W., 1957. The relation between certain characteristics of fats and oils and their apparent digestibility by young pigs and pups. *J. anim. Sci.*, **16**, 377-382.
- LLOYD L. E., CRAMPTON E. W., MACKAY V. G., 1957. The digestibility of ration nutrients by three or seven-week old pigs. *J. anim. Sci.*, **16**, 383-388.
- LOWREY R. S., POND W. G., LOOSLI J. K., MANER J. H., 1962. Effect of dietary fat level on apparent nutrient digestibility by growing swine. *J. anim. Sci.*, **21**, 746-750.
- MITCHELL H. H., 1930. The paired feeding method : its value and limitations in livestock experimentation. *Proc. Amer. Soc. anim. Prod.*, 63-73.
- NEWMAN C. W., THRASHER D. M., HANSARD S. L., MULLINS A. M., BOULWARE R. F., 1967. Effects of tallow in swine rations on utilization of calcium and phosphorus. *J. anim. Sci.*, **26**, 479-484.
- PERAZA CASTRO C. E., 1972. *Utilisation énergétique comparée de la trilaurine et d'huiles végétales insaturées par le Porc*. Thèse Docteur Université, 59 p., Univ. Paris VI.
- RÉRAT 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.
- SCHIEMANN R., HOFFMANN L., NEHRING K., 1961. Die Verwertung reiner Nahrstoffe. 2. Mitteilung Versuche mit Schweine. *Arch. Tierernäh.*, **11**, 265-283.
- SEWELL R. F., MILLER J. L., 1965. Utilization of various dietary fats by baby pigs. *J. anim. Sci.*, **24**, 973-976.
- SLESINGR, 1969. Effect of animal fat on biological and metabolic values in pigs. *Veterinaria, Spofa*, **11**, 53-63.
- STANDISH J. F., BOWLAND J. F., 1967. Effects of varying dietary energy, protein and amino acid levels on growth, nutrient digestibility, and serum protein levels of early weaned pigs. *Can. J. anim. Sci.*, **47**, 77-83.
- TOULLEC R., FLANZY J., RIGAUD J., 1968. Dosage des lipides des fèces. Extraction séparée, importance et composition en acides gras des lipides non saponifiés et de ceux des complexes insolubles. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **8**, 281-289.
- VANSCHOU BROEK F. X., 1966. The utilization of fats in animal nutrition (cattle, pigs, poultry). *1^{er} Congrès mondial d'alimentation animale. Rapports généraux I*, 217-262, Féd. internat. vétérinaire de Zootechnie, Madrid.