

A 826

COMPARAISON DE DIVERSES TENEURS ET SOURCES DE CELLULOSE BRUTE DANS LA COMPLÉMENTATION DU LACTOSÉRUM CHEZ LE PORC EN CROISSANCE-FINITION

M. JOST (1), C. FÉVRIER (2), P. STOLL (1), M. CHENUZ (3) (*)

(1) Station Fédérale de Recherches sur la Production Animale - Grangeneuve — CH-1725 POSIEUX, (Fribourg), Suisse

(2) I.N.R.A. — Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs - Centre de Rennes-St-Gilles — 35590 L'HERMITAGE

(3) Institut Agricole Cantonal de Grangeneuve — CH-1725 POSIEUX, (Fribourg), Suisse

INTRODUCTION

Le facteur déterminant principal de la teneur en énergie digestible des aliments du porc est leur teneur en constituants pariétaux ou cellulosiques (HENRY et ÉTIENNE, 1969). De nombreuses relations entre cette valeur énergétique et les caractéristiques analytiques de ces constituants ont été proposées au cours de ces dernières années, soit pour des matières premières ou aliments simples (KIRCHGESSNER et SCHNEIDER, 1978 ; WISEMAN et al., 1979 ; PEREZ et al., 1980), soit pour des aliments complets (HENRY, 1976). La teneur en cellulose brute (Weende) est encore souvent prise en compte pour calculer les équations de prédiction de la valeur énergétique digestible, mais il apparaît que ces relations diffèrent selon la nature des matières premières étudiées, c'est-à-dire selon les rapports entre les constituants pariétaux : cellulose, hémicellulose, lignine (HENRY, 1971 ; ZOIPOULOS, et al., 1978). La teneur en cellulose brute est donc loin de rendre parfaitement compte de la valeur énergétique digestible dans tous les cas.

Pour les aliments complets à base de céréales, l'équation de prédiction de la teneur en énergie digestible proposée par KIRCHGESSNER et SCHNEIDER (1978), elle-même basée sur l'utilisation des équations de prédiction de SCHIEMANN et al., (1971), a été officiellement adoptée en Suisse.

$$\begin{aligned} \text{ED (MJ/kg MS)} &= 8,08 - 0,146 \text{ ADF} + 0,185 \text{ PB} + 0,0834 \text{ A} + 0,27 \text{ GB} \\ \text{ED (kcal/kg MS)} &= 1932 - 34,9 \text{ ADF} + 44,2 \text{ PB} + 19,94 \text{ A} + 65 \text{ GB} \quad (1) \end{aligned}$$

ADF : Acid detergent fiber ; PB : protéines brutes ; A : Amidon par hydrolyse acide ; GB : graisses brutes ; tous exprimés en pourcentage de la matière sèche.

Cette équation est basée sur la classification des constituants pariétaux dite de Van SOEST et Mc QUEEN (1973) isolant une fraction ADF (acid detergent fiber), dont la proportion est légèrement plus importante que la cellulose Weende, une fraction NDF (neutral detergent fiber) représentant l'ensemble des glucides pariétaux ; la différence représentant, selon les auteurs, la somme des hémicelluloses.

La formule (1) rend assez fidèlement compte de la teneur en énergie digestible dans la plupart des cas, mais il est possible qu'elle se heurte à une certaine imprécision dans des cas limites, et notamment dans la formulation d'aliments complémentaires du lactosérum pour le porc en croissance-finition. Il est en effet montré que la présence simultanée de taux élevés de lactose et de cellulose se traduit par une interaction défavorable sur l'utilisation digestive des régimes. C'est-à-dire qu'en présence de lactose, la diminution de la digestibilité sous l'effet de l'augmentation du taux de cellulose est plus rapide lorsque du lactose est présent dans le régime. Ceci est particulièrement marqué au-delà de 60 kg de poids vif. Cet effet a été observé avec de la cellulose de bois (FÉVRIER et BOURDON, 1977), mais aussi avec de la farine de luzerne

(*) avec la collaboration technique de P. GROSS, J. MICHEL, J.M. HERMANN, L. GRAND.

(CHEEKE et STANGEL, 1973) et l'orge (FÉVRIER et al., 1973); il semble donc avoir une portée générale. C'est la raison pour laquelle nous avons cherché à en préciser les données, au cours de deux expériences complémentaires effectuées à la station fédérale de Grangeneuve.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

EXPÉRIENCE 1 : Influence de l'augmentation du taux de cellulose brute pour une teneur estimée constante en énergie digestible

● Schéma expérimental et animaux

Seize groupes de deux mâles castrés et de deux femelles - Grand Porc Blanc amélioré, ont été répartis en quatre lots et quatre blocs et ont reçu un régime composé de lactosérum et de l'un des 4 aliments complémentaires à taux croissant de cellulose. Les porcs formant un bloc ont été choisis sur leur ascendance, leur âge et leur poids pour une répartition homogène entre les 4 traitements. Les 4 porcs d'un même groupe, étaient logés et alimentés collectivement. Les porcelets étaient issus du troupeau de la station, sevrés à quatre semaines, et leur poids moyen était de 24,8 kg pour un âge moyen de 84 jours. L'adaptation au régime avec lactosérum a été réalisée sur une période de huit jours.

● Aliments et plan de rationnement (tableaux 1, 2 et 3).

L'échelonnement des teneurs en cellulose brute dans les aliments complémentaires, soit 3,7 - 4,6 - 5,5 - 6,0 p. 100, a été obtenu par l'introduction de farine d'herbe deshydratée (trèfle et graminées) remplaçant partiellement le maïs et le tourteau de soja. La teneur en énergie digestible a été maintenue constante à 13,5 MJ/kg (3226 kcal) par l'introduction d'un mélange de graisses animales. Les formules des aliments ainsi que leurs compositions moyennes analysées sont précisées au tableau 1. Les teneurs en protéines, acides aminés principaux, calcium, phosphore et sodium ont été maintenues constantes, selon les recommandations habituelles. Le lactosérum, issu de la fabrication de pâte pressée cuite de Gruyère (Fribourg) était fourni régulièrement chaque matin et utilisé dans la journée, sans addition de conservateur et sans refroidissement (sauf pour l'expérience de digestibilité). Un échantillon était prélevé chaque jour et congelé pour préparer un échantillon moyen hebdomadaire destiné à l'analyse afin de tenir compte des variations observées sur une longue période, et de calculer les quantités exactes ingérées, à posteriori. La valeur énergétique du lactosérum a été estimée au cours de l'expérience de digestibilité couplée avec l'expérience en lots.

TABLEAU 1 - EXPÉRIENCE 1
COMPOSITION ET CARACTÉRISTIQUES ANALYTIQUES DES ALIMENTS COMPLÉMENTAIRES,
EN POURCENTAGE DU PRODUIT BRUT

LOT	A ₁	B ₁	C ₁	D ₁
COMPOSITION PONDÉRALE :				
Farine d'herbe séchée	-	5,96	12,52	19,00
Orge	32,50	32,50	32,50	32,50
Maïs	38,20	32,13	25,50	18,84
Tourteau de soja	20,25	18,86	17,30	15,80
Farine de hareng	7,00	7,00	7,00	7,00
Graisses animales	0,16	1,80	3,60	5,46
Minéraux, oligoéléments et vitamines	1,89	1,75	1,58	1,40
CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES :				
Matière sèche	88,6	88,7	89,0	89,2
Cendres brutes	5,0	5,2	5,6	5,9
Protéines brutes	21,2	20,8	21,0	20,7
Cellulose brute	3,7	4,5	5,4	6,0
Matières grasses	3,0	4,5	7,0	9,0
Lysine	1,17	1,15	1,15	1,18
Méthionine + cystine	0,77	0,78	0,74	0,72

TABLEAU 2 – EXPÉRIENCES 1 et 2
CARACTÉRISTIQUES ANALYTIQUES MOYENNES DU LACTOSÉRUM

	EXPÉRIENCE 1	EXPÉRIENCE 2
Matière sèche, en % du poids	5,90	6,08
En % de matière sèche		
Cendres brutes	7,95	
Protéines brutes, sèche	12,52	
Matières grasses	0,69	
Lactose	66,59	68,21
Calcium	0,53	
Phosphore	0,51	
Magnésium	0,10	
Potassium	2,09	
Sodium	0,59	
Lysine	1,04	
Méthionine	0,21	
Cystine	0,27	
pH	5,13	
Densité	1,018	

Le plan de rationnement, indiqué au tableau 3, correspond à un apport maximal de 34 MJ/jour (8 111 kcal) d'énergie digestible, dont le lactosérum fournit 40,3 p. 100 au maximum.

TABLEAU 3 – EXPÉRIENCE 1 et 2
PLAN DE RATIONNEMENT, en kg, PAR ANIMAL ET PAR JOUR

POIDS VIF	ALIMENT COMPLÉMENTAIRE	LACTOSÉRUM
20	1,00	-
30	1,03	5
40	1,35	6
50	1,53	9
60	1,58	11
70	1,55	14
80 à 105	1,50	16

● **Abattage et estimation de la composition corporelle :**

Les animaux ont été sacrifiés lorsque leur poids vif à jeûn atteignait 100 kg. L'abattage avait lieu après un jeûne de 14 à 15 heures et la découpe 24 heures plus tard, selon une méthode commerciale propre à l'abattoir (ZIMMERMANN, 1977) fournissant seulement le poids du jambon, de l'épaule et de la longe ou carré.

● **Utilisation digestive des régimes :**

Deux groupes de 4 à 5 porcs issus de 3 portées différentes ont été utilisés pour mesurer l'utilisation digestive des régimes A₁ et D₁. Les mesures effectuées en cage à métabolisme (PFIRTER, 1970) sur 2 ou 3 porcs par période et par traitement ont eu lieu au poids moyen de 41 kg puis de 81 kg. Les animaux ont reçu en permanence les aliments expérimentaux et les collectes se faisaient au cours de deux sous-périodes de 5 jours espacées de 2 jours sans collecte. L'analyse statistique des résultats, selon un schéma permettant d'ajuster l'effet des traitements pour éliminer l'effet des portées (SCHLAEPFER, 1980) a été effectué sur les valeurs moyennes des deux sous-périodes.

EXPÉRIENCE 2 : Influence de la nature de la source de cellulose

● Schéma expérimental et animaux

Quarante huit porcs mâles castrés, Grand Porc Blanc amélioré, ont été répartis en quatre lots et douze blocs et ont reçu un régime composé de lactosérum et de l'un des 4 aliments dans lesquels l'apport de cellulose brute complémentaire des céréales était fourni par de la farine d'herbe déshydratée, ou de la farine de maïs plante entière déshydratée, ou de la farine de balle d'avoine ou bien du marc de pomme déshydraté.

Les 4 porcs constituant un bloc étaient choisis de poids et d'âge équivalents, et de la même portée dans la plupart des cas. Les porcs d'un même bloc étaient logés individuellement de manière contiguë. Leur poids et leur âge moyen au début de l'expérience étaient de 24,3 kg, et 84,9 jours.

TABLEAU 4 – EXPÉRIENCE 2
CARACTÉRISTIQUES ANALYTIQUES DES SOURCES DE CELLULOSE,
EN POURCENTAGE DU PRODUIT BRUT

	FARINE D'HERBE SÉCHÉE	FARINE DE MAÏS PLANTE ENTIÈRE	BALLES D'AVOINE	MARC DE POMME
Cellulose brute	16,1	15,3	37,7	19,0
Acid Detergent fiber	20,3	19,6	48,2	30,7
Neutral Detergent fiber	33,7	43,6	87,2	39,0
Lignine	4,5	3,4	10,1	10,7

TABLEAU 5 – EXPÉRIENCE 2
COMPOSITION ET CARACTÉRISTIQUES ANALYTIQUES DES ALIMENTS COMPLÉMENTAIRES,
EN POURCENTAGE DU PRODUIT BRUT

LOT	A ₂	B ₂	C ₂	D ₂
COMPOSITION PONDÉRALE :				
Farine d'herbe séchée	23,00			
Farine de maïs plante entière		23,0		
Balles d'avoine			9,2	
Marc de pommes déshydraté				18,6
Orge	35,6	17,4	19,7	21,35
Maïs	4,75	20,6	30,1	16,05
Tourteau de soja	21,0	26,8	27,8	28,1
Farine de hareng	5,0	5,0	5,0	5,0
Graisses animales	8,0	3,5	4,1	7,1
Minéraux, oligoéléments et vitamines	2,65	3,7	4,1	3,8
CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES :				
Matière sèche	90,8	90,6	90,4	91,0
Cendres brutes	7,80	7,30	7,30	6,80
Protéines brutes	21,0	20,7	20,8	21,0
Matières grasses	10,1	6,0	6,7	9,0
Cellulose brute	6,0	5,9	6,2	6,1
dont le produit à tester fourni	3,7	3,5	3,5	3,5
Acid detergent fiber	8,6	8,7	9,1	10,6
Neutral detergent fiber	17,8	18,3	18,9	16,7
Lignine	2,0	1,9	2,4	4,3
Lysine	1,26	1,34	1,26	1,27
Méthionine	0,43	0,41	0,41	0,39
Cystine	0,35	0,36	0,36	0,36

● **Aliments et plan de rationnement** (tableaux 3, 4 et 5)

Les sources de cellulose retenues sont celles communément disponibles en Suisse, mais elles ont aussi été choisies en raison de leurs rapports variés en cellulose, hémicellulose et lignine (tableau 4). Les aliments ont été réalisés de manière à avoir un taux constant de cellulose brute, dont une proportion constante était apportée par la matière première à tester (cellulose Wende). Les apports en énergie digestible théorique, en protéines, acides aminés et minéraux étaient semblables dans les 4 lots.

Le lactosérum avait la même origine que précédemment et il était fourni quotidiennement, mais il était stocké au froid et utilisé sur deux jours (tableau 2). Le plan de rationnement était identique à celui adopté dans l'expérience précédente.

● **Abattage et estimation de la composition corporelle :**

L'abattage a été effectué dans les mêmes conditions que précédemment, mais la découpe a été réalisée 10 heures après celui-ci, selon la méthode officielle utilisée en station de testage (GERWIG, 1966) avec une dissection de la graisse externe du jambon et de l'épaule.

RÉSULTATS : EXPÉRIENCE 1

● **Performances zootechniques** (tableau 6)

Conformément au protocole, les quantités d'énergie digestible ont été équivalentes dans les 4 lots. Au cours de la période de croissance, la part apportée par le lactosérum a été en moyenne de 24 p. 100 et en finition de 38 p. 100, la moyenne générale s'établissant à 32 p. 100. Les gains de poids quotidiens moyens n'ont pas été significativement différents entre eux, tant en période de croissance qu'en finition. Du fait du rationnement, la vitesse de croissance au cours de cette dernière période a été limitée. La proportion de morceaux nobles – jambon, épaule et longe – n'a pas été significativement modifiée par les divers taux de cellulose.

TABLEAU 6 - EXPÉRIENCE 1
PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES MOYENNES EN EXPÉRIENCE EN LOTS

LOT	A ₁	B ₁	C ₁	D ₁	S \bar{x}
CROISSANCE : 24,3 – 63,0 kg					
Énergie digestible ingérée en MJ/jour	23,8	23,3	23,3	22,8	
Gain de poids quotidien, g.	758	718	747	747	14
Indice de consommation en énergie digestible MJ/kg, gain poids	31,4	32,5	31,1	30,5	0,8
CROISSANCE-FINITION : 24,3 - 99,8 kg					
Énergie digestible ingérée, en MJ/jour	30,1	29,5	29,1	29,7	
Gain de poids quotidien, g.	716	692	691	732	16
Indice de consommation en énergie digestible MJ/kg, de gain	42,1	42,6	42,1	40,6	1,1
COMPOSITION CORPORELLE					
Jambon + Épaule + longe, en % du poids net	44,9	43,9	44,5	44,8	0,7

● **Utilisation digestive** (tableau 7)

Au cours de la période de croissance, le lactosérum apportait 24,2 p. 100 de la matière sèche totale, et les vitesses de croissance ont été identiques à celles observées dans les lots au même stade. Le taux de cellulose brute variait de 2,74 à 5,13 %.

Les coefficients d'utilisation digestive de la matière organique, de l'azote et de l'énergie ont été significativement diminués par l'augmentation du taux de cellulose. Pour l'énergie, la diminution du C.U.D.a est de l'ordre de 2,3 points par point d'augmentation de la teneur en cellulose, et celle de l'azote de 2,7 points. En revanche, celle des constituants pariétaux, estimée par les différents paramètres a été significativement augmentée. Enfin, seule la digestibilité des lipides n'a pas varié. Ainsi, compte tenu de l'augmentation de la teneur en énergie brute, il apparaît que les teneurs en énergie digestibles ont été strictement équivalentes entre les deux régimes, soit 15,87 MJ/kg de matière sèche (3 297 Kcal).

TABLEAU 7 - EXPÉRIENCE 1
UTILISATION DIGESTIVE DES RÉGIMES COMPLETS, AVEC LACTOSÉRUM

LOTS	A ₁	D ₁	S \bar{x}	p \leq
CROISSANCE :				
Cellulose brute % de M.S.	2,74	5,13		
Lactosérum %, en M.S.	24,25	24,24		
C.U.D. _a : Matière organique	90,17	85,98	0,28	0,005
Azote	86,38	79,99	0,54	0,005
Matières grasses	89,74	90,22	0,23	NS
Cellulose brute	41,81	52,95	1,49	0,025
ADF	46,82	52,74	1,08	0,025
NDF	59,56	65,13	0,78	0,010
NDF - ADF	64,22	71,83	0,76	0,005
Énergie	88,35	83,12	0,30	0,005
Teneur en énergie digestible MJ/Kg de matière sèche	15,88	15,86	0,06	NS
FINITION :				
Cellulose brute en % de M.S.	2,17	4,02		
Lactosérum % en M.S.	42,71	42,45		
C.U.D. _a : Matière organique	91,19	87,81	0,36	0,010
Azote	85,01	80,07	0,79	0,050
Matières grasses	88,07	90,15	0,69	NS
Cellulose brute	41,04	48,97	2,45	NS
ADF	46,93	51,26	1,91	NS
NDF	53,45	61,47	1,05	0,025
NDF - ADF	55,89	67,37	0,91	0,005
Énergie	89,31	85,11	0,45	0,005
Teneur en énergie digestible MJ/Kg de matière sèche	15,487	15,493	0,083	NS

En période de finition, le lactosérum apportait 42,5 p. 100 de la matière sèche, et le gain de poids, de l'ordre de 915 g/jour était supérieur à celui observé dans l'expérience en lots, malgré un rationnement identique. Les effets observés pendant la période de croissance ont été obtenus pour des taux de cellulose variant de 2,17 à 4,02 p. 100 de la matière sèche, la diminution des C.U.D.a étant du même ordre de grandeur. Cependant, les augmentations des C.U.D.a de la cellulose brute et de l'ADF n'étaient plus significatives. Comme pendant la période de croissance, les teneurs en énergie digestible des deux régimes ont été identiques, mais légèrement inférieures aux précédentes. Il faut noter toutefois que la proportion de lactosérum était plus importante.

Les carcasses de ces porcs ont fait l'objet d'une découpe identique à celle de l'expérience 2. Des différences significatives ont été observées sur le rendement à l'abattage : 76,5 et 75,1 p. 100 (6 h après le dernier repas) pour les lots A₁ et D₁ respectivement et sur le poids de bardière : 3,22 et 3,62 kg. Les autres critères de carcasses n'étaient pas statistiquement différents et les rapports longe/bardière - 2,88 contre 2,42, pour A et D - n'étaient statistiquement différents qu'au seuil 10 p. 100.

RÉSULTATS : EXPÉRIENCE 2

● Performances zootechniques et composition corporelle (tableau 8)

Au cours de la période de croissance, la farine d'herbe et le marc de pomme ont permis d'obtenir des résultats identiques et significativement meilleurs que ceux obtenus avec la farine de maïs plante entière ou les balles d'avoine. Ces deux derniers lots n'étant pas significativement différents entre eux. En période de finition, les différences entre les régimes se sont accentuées. Le plus efficace est resté celui comportant la farine d'herbe, la différence avec le marc de pomme étant à la limite de la signification statistique. Avec les balles d'avoine, l'indice de consommation a été augmenté de 11 p. 100 par rapport à la farine d'herbe, traduisant exactement la diminution de vitesse de croissance. On peut dire aussi que pour un taux de cellulose identique, la teneur en énergie digestible du régime comportant les balles d'avoine est inférieure de 11 p. 100 à celle du régime A. Ces résultats s'accordent avec les premiers résultats de mesure de digestibilité (Oxyde de chrome) actuellement en cours d'analyse.

TABLEAU 8 - EXPÉRIENCE 2
PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES MOYENNES ET COMPOSITION CORPORELLE

LOT	A ₂ HERBE SÉCHÉE	B ₂ MAÏS PLANTE	C ₂ BALLES D'AVOINE	D ₂ MARC DE POMMES	S \bar{x}
CROISSANCE : 24,3 – 63,0 kg Quantité d'aliment ingérée M.S. en kg/jour Gain de poids quotidien, g	1,45 743 ^a (1)	1,47 697 ^{ab}	1,45 680 ^b	1,45 738 ^a	12
Indice de consommation M.S. kg/kg de gain	1,97 ^a	2,12 ^b	2,14 ^b	1,97 ^a	0,04
FINITION : 63,0 – 102 kg Quantité d'aliment ingérée M.S. en kg/jour Gain de poids quotidien, g	2,28 797 ^a	2,28 719 ^b	2,28 704 ^b	2,28 763 ^{ab}	18
Indice de consommation M.S. kg/kg de gain	2,88 ^a	3,21 ^b	3,27 ^b	3,02 ^{ab}	0,08
CROISSANCE-FINITION Gain de poids quotidien	764 ^a	707 ^b	691 ^b	750 ^a	14
Indice de consommation	2,43 ^a	2,66 ^b	2,70 ^b	2,51 ^{ab}	0,06
COMPOSITION DES CARCASSES Rendement d'abattage, %	81,8	82,0	82,0	82,9	0,53
Total des morceaux nobles dégraissés, en % du poids net (2)	52,5	53,2	52,9	53,0	0,57
Total des morceaux gras en % du poids net (3)	14,3	13,8	14,2	14,1	0,23

(1) Les valeurs affectées du même exposant ne sont pas significativement différentes entre elles au seuil de probabilité de 0,5 p. 100.

(2) Longe + jambon + épaule, dégraissés.

(3) Panne, bardière, graisses du jambon et de l'épaule.

Malgré ces différences de vitesse de croissance, la composition corporelle des porcs des différents régimes n'a pas été significativement modifiée, non plus que le rendement à l'abattage.

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

L'emploi de la farine d'herbe comme source complémentaire de cellulose dans un régime comportant du lactosérum ne semble pas avoir eu un effet dépressif sur l'utilisation digestive de la matière organique et de l'énergie plus important que celui que l'on était en droit d'en attendre, dans le cas d'un aliment à base de céréales seules. L'interaction défavorable observé avec l'orge, la farine de luzerne ou la cellulose de bois ne s'est donc pas vérifiée. Il est logique de penser que cette différence de réponse est liée aux rapports différents existant entre les teneurs en cellulose,

hémicellulose et lignine dans ces différentes matières premières. L'expérience 2 nous confirme dans cette hypothèse, dans la mesure où la vitesse de croissance et l'efficacité alimentaire sont en proportion inverse du rapport NDF/ADF des matières premières cellulosiques utilisées, soit dans l'ordre du protocole 1,66, 2,22, 1,81 et 1,27. Mais cette relation est moins évidente si l'on s'en rapporte aux produits finis dans lesquels, compte tenu de l'apport de céréales, ce rapport ne varie que de 2,07 à 2,10 dans les trois premiers lots et n'est que de 1,58 avec le marc de pomme. Cependant celui-ci présente la plus forte teneur en lignine sans pour autant présenter les performances les plus mauvaises. Ainsi, la formule de Kirchgessner et Schneider qui paraît être tout à fait convenable dans le cas de la farine d'herbe ne paraît plus parfaitement adaptée pour la farine de maïs ou les balles d'avoine. D'ailleurs ces auteurs, dans la même publication (1978) proposaient une formule spéciale pour le maïs et les produits du maïs, attribuant un facteur négatif plus important à la fraction ADF.

Une meilleure connaissance de la répartition des constituants pariétaux demeure nécessaire pour mieux préciser la valeur énergétique des régimes dans tous les cas de figure. Nous supposons dans le cas présent qu'il n'y a pas eu d'interaction défavorable avec la farine d'herbe puisque la formule initiale semble vérifiée. Ceci est incertain si l'on compare le taux de diminution de l'utilisation digestive de l'énergie, 2,2 points, à celle de la farine de luzerne, 2,1 (HENRY, 1976) dont la digestibilité est plus faible que celle de la farine d'herbe et qui présente une forte interaction négative avec le lactose, comme l'ont montré CHEEKE et STANGEL (1973). On peut aussi rapprocher ce résultat de ceux de ROTH-MAIER (1977) et WENK et al. (1980) qui trouvent une diminution de 1,5 points dans le cas de la farine de maïs et cette dernière doit être manifestement plus importante ici en présence de lactose.

Si l'on admet néanmoins cette absence d'interaction, il apparaît possible de calculer la valeur énergétique du lactosérum, connaissant la valeur énergétique des aliments complémentaires, valeurs calculées selon la formule (1), et connaissant la valeur en énergie digestible mesurée des régimes A₁ et D₁. Pour la période de croissance ce calcul conduit à une valeur de 15,15 et 14,89 MJ/kg de matière sèche en complément des aliments A et D respectivement. En période de finition ces valeurs passent à 14,20 et 14,28. Cependant ce calcul est extrêmement tributaire de la teneur en amidon de l'aliment complémentaire, avec les imprécisions que l'on connaît sur la méthode de dosage. Dans nos conditions, il semble que la teneur en énergie digestible du lactosérum soit légèrement plus faible en finition qu'en croissance, ce qui correspondrait à une observation courante ; mais il se peut tout aussi bien que la valeur énergétique de l'aliment soit légèrement surestimée en période de finition. Cependant ces différences sont faibles, et elles demanderaient confirmation pour être prises en compte. La moyenne générale ressort donc à 14,6 MJ/kg de MS (3 488 kcal), et c'est la valeur que nous avons retenue pour calculer les valeurs énergétiques dans les différents régimes, dans les deux expériences. Cette valeur est analogue à celle calculée chez le porcelet, avec de la poudre de lactosérum par PALS et EWAN (1978).

La qualité de carcasse a été peu modifiée par les différents traitements alimentaires, sauf en ce qui concerne le rendement et le poids de bardière dans l'expérience en bilan. La diminution du rendement est un effet classique de l'augmentation de volume du colon dû à l'excès de cellulose (HENRY et ÉTIENNE, 1969). En revanche, l'augmentation du dépôt de graisse peut être attribuée soit à une meilleure utilisation nette de l'énergie absorbée dans le cas du régime riche en cellulose, soit à une légère diminution de la disponibilité des acides aminés. Mais ce dernier cas est peu probable puisque nous avons pris soin de nous situer à un taux protéique élevé pour éviter les effets d'une baisse trop importante de la teneur en protéines digestibles. Dans l'expérience 2 il est toutefois possible que cette baisse ait été suffisamment marquée dans les régimes B₂ et C₂ pour entraîner une diminution suffisante du rapport protéines digestibles/énergie et pour provoquer une augmentation des dépôts gras, malgré une vitesse de croissance significativement réduite. Par conséquent, même si l'emploi de graisses permet d'introduire des taux plus élevés de fibres dans le régime du porc au lactosérum, cela ne semble pas souhaitable pour l'utilisation de la fraction protéique du régime.

La farine d'herbe donne donc de bons résultats en ce qui concerne la croissance et la composition corporelle. Il faut cependant signaler sa forte teneur en acide linoléique dont une

fraction importante est ensuite stockée dans les graisses corporelles, diminuant ainsi leur point de fusion et augmentant leur susceptibilité au rancissement. De fait il conviendra d'éviter l'association de l'herbe séchée et de maïs qui provoque les mêmes inconvénients (PFIRTER, 1979).

En comparant les résultats de l'expérience 1 en lot ou en digestibilité et ceux de l'expérience 2, il apparaît que les régimes de la seconde expérience ont été plus efficaces. La différence peut en être au moins partiellement attribuée à l'amélioration de la qualité du lactosérum qui, au cours de la première expérience avait tendance à trop s'acidifier au cours de la journée et à perdre un peu de matière sèche. Nous avons donc là encore une indication de plus pour insister sur le fait qu'une qualité parfaite du lactosérum est le point le plus important pour avoir de bons résultats, et que ce n'est que lorsque ce problème est résolu que l'on peut espérer de sérieuses améliorations grâce à une meilleure composition de l'aliment complémentaire.

EN CONCLUSION, l'interaction défavorable plusieurs fois signalée entre un taux élevé de lactose et de constituants pariétaux des aliments complémentaires ne paraît pas devoir se manifester avec la même intensité selon la source végétale utilisée. Bien qu'il y ait une relation avec le rapport hémicellulose/cellulose, celle-ci ne semble pas le seul critère à prendre en compte, non plus que la teneur en lignine. Parmi les sources de matières cellulosiques, la farine d'herbe séchée paraît être une des mieux adaptées à la complémentation du lactosérum, et dans ce cas la formule de calcul de l'énergie digestible proposée par KIRCHGESSNER et SCHNEIDER (1978) semble parfaitement adaptée. Pour les autres matières premières, elle surestime leur valeur, des ajustements pourront donc être nécessaires.

REMERCIEMENTS

A Monsieur T. RHIS, Station fédérale de recherches, Grangeneuve, pour l'analyse des matières premières, aliments et fèces.

A Monsieur G. PERLER, Protector S.A. Lucens (Vaud) pour la mise à disposition des moyens de calculs nécessaires à l'élaboration des formules alimentaires.

A Monsieur PASQUIER, Institut Agricole Grangeneuve, pour la fourniture du lactosérum.

BIBLIOGRAPHIE

- CHEEKE E.T., STANGEL D.E., (1973). *J. Anim. Sci.*, **37**, 1142-1146.
- FÉVRIER C., COLLET J., BOURDON D., (1973). *Journées Rech. Porcine en France*, **5**, 79-86.
- FÉVRIER C., BOURDON D., (1977). in FÉVRIER C., CHAUVEL J., *Les lactosérums dans l'alimentation du Porc*, I.T.P. Paris, 200 pp.
- GERWIG C., (1966). Diss. Nr. 3736, ETH Zürich.
- HENRY Y., (1969). *Ann. Zootech.*, **18**, 371-384.
- HENRY Y., (1971). *Journées Rech. Porcine en France*, **3**, 57-64.
- HENRY Y., (1976). *Proceed. 1st. Int. Symp. Feed Composition, Animal Nutrient Requirement and computerisation of diets*. Utah State Univ. Logan, Utah, U.S.A.
- HENRY Y., ETIENNE M., (1969). *Ann. Zootech.* **18**, 337-357.
- KIRCHGESSNER von M., SCHNEIDER R., (1978). *Z. Tierphysiol., Tierernährg. u. Futtermittelkde*, **40**, 301-310.

- PALS D.A., EWAN R.C., (1978). *J. Anim. Sci.*, **46**, 402-408.
- PEREZ J.M., RAMOELINTSALAMA B., BOURDON D., (1980). *Journées Rech. Porcine en France*, **12**, 273-284.
- PFIRTER H.P., (1970). Diss. Nr. 4431, ETH Zürich.
- PFIRTER H.P., (1979). *UFA Revue*, (5) 27-30, (CH-8401 Winterthur).
- ROTH-MAIER D.A., (1977). *Ubers. Tierernährg.*, **5**, 47-74.
- SCHIEMANN R., NEHRING K., HOFFMANN L., JENTSCH W., GHUDY A., (1971). *Energetische Futterbewertung und Energienormen*. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- SCHLAEPFER R., (1980). Communication personnelle.
- VAN SOEST P.J., McQUEEN R.E., (1973). *Proc. Nutr. Soc.*, **32**, 123.
- WENK C., PFIRTER H.P., HALTER H.M., STOLL P., MESSIKOMMER R., (1980). 31^e Journées annuelles, Fédération Européenne de Zootechnie, Munich. Communication P – 4.5.
- WISEMAN J., COLE D.J.A., LEWIS D., (1979). *Anim. Prod.* **28**, 438.
- ZIMMERMANN F., (1977). *Organisation et résultats du programme de production porcine «Optiporc»*. Association Suisse des Ingénieurs-Agronomes, Zürich.
- ZOIPOULOS P.E., TOPPS J., ENGLISH P.R., (1978). *Proc. Nutr. Soc.* **37**, 78 A.