

# LIBRE-SERVICE DU LACTOSÉRUM POUR LE PORC A L'ENGRAIS INFLUENCE DE LA DENSITÉ ÉNERGÉTIQUE ET DE LA PRÉSENTATION DE L'ALIMENT COMPLÉMENTAIRE

C. FÉVRIER (1), B. LACHANCE (2)

(1) Institut National de la Recherche Agronomique, Station de Recherches Porcines, Saint-Gilles, 35590 L'HERMITAGE,

(2) Agriculture Canada, Station de Recherches, B.P. 90, LENNOXVILLE, Québec, J1M 1Z3

avec la collaboration technique de Yolande JAGUELIN, Y. LEBRETON, J.P. PRIGENT, G. CONSEIL, J. JAFFRENOU

## I. INTRODUCTION

Selon nos estimations, le lactosérum concerne maintenant 10 à 15 p.cent de la production porcine française et 150.000 porcs au Québec en 1984. Grâce aux efforts réalisés dans l'hygiène du stockage et du transport par les laiteries comme par les éleveurs et grâce à l'amélioration de la qualité de l'aliment complémentaire et des techniques d'engraissement, les meilleurs éleveurs rivalisent aujourd'hui avec succès vis à vis de l'aliment conventionnel.

Comme il s'agit généralement d'un aliment bon marché, les producteurs souhaitent en utiliser une proportion maximale, or toutes les enquêtes réalisées ces dernières années sur le terrain montrent que, toutes méthodes d'utilisation confondues, les performances tendent à décroître avec l'augmentation du taux de lactosérum dans la ration (MEZIÈRE, 1982). Si les meilleurs éleveurs obtiennent de bons résultats avec une proportion de 30 p.cent de l'apport de matière sèche, ce qui de tous temps a été considéré comme la proportion optimale (FÉVRIER ET CHAUVEL, 1977), il faut en conclure que tous n'ont pas encore assimilé la bonne technique, ou bien que de sérieuses zones d'ombre persistent dans nos connaissances quant à l'utilisation optimale du lactosérum en fonction de sa complémentation.

Dans certaines régions ou provinces, Alpes, Jura, Québec, le lactosérum est le seul aliment liquide disponible, quelquefois pour des durées limitées, selon les contrats passés avec les industriels et en fonction des fluctuations des cours de la poudre de lactosérum. Dans ce cas, l'investissement dans une machine à soupe peut être excessif, notamment pour les porcheries de taille modeste. On peut alors fournir le lactosérum en libre-service à l'abreuvoir. Cependant la distribution permanente peut conduire à une consommation excessive de sérum en terme de valorisation optimale et à une détérioration rapide des canalisations par la corrosion due à l'acide lactique. Une solution pour éviter ces inconvénients est de fournir le lactosérum pendant un temps limité, en alternance avec l'eau de boisson. Une telle pratique est utilisée en Savoie et depuis quelques années au Québec sur une large échelle. A ce jour, toutefois, on ne possède que peu d'informations chiffrées (LACHANCE et al, 1985) et aucune information scientifique sur les variations de réponse des performances

des porcs aux différents traitements alimentaires. Selon TEXIER (1981), les porcs alimentés avec du sérum à volonté à l'abreuvoir ajusteraient spontanément leur ingestion à 30 p.cent de la matière sèche totale de leur ration et c'est sur cette base que nous avons conçu une nouvelle série d'expériences.

Connaissant l'importance de l'apport cellulosique, sur la valorisation du lactosérum (FÉVRIER ET CHAUVEL, 1977, JOST et al, 1982), nous avons entrepris de mesurer l'impact de la valeur énergétique de l'aliment sur la consommation spontanée de lactosérum liquide et sur sa valorisation alimentaire, par diverses expériences alliant des bilans nutritionnels sur des animaux entiers ou privés de gros intestins et des essais d'engraissement en lots avec du lactosérum fourni librement à l'abreuvoir. Nous rapportons ici trois d'entre elles qui paraissent bien résumer nos acquis actuels.

## 2. MATERIEL ET METHODES

### 2.1. DISPOSITIFS EXPÉRIMENTAUX

#### - Digestibilité totale

Vingt-quatre porcs mâles castrés Large-White, d'un poids moyen initial de 55 kg ont été répartis en 6 lots selon un schéma factoriel en blocs équilibrés 3 x 2. Trois niveaux de cellulose brute ont été combinés avec la présence ou l'absence de lactosérum pour un taux de 30 p.cent de la matière sèche de la ration. Pour la cellulose, les taux souhaités étaient de 2,5, 4,5 et 6,5 p.cent. Après les périodes d'adaptation aux cages individuelles et à l'alimentation liquide selon le protocole standard de la Station, la période de mesure de bilan nutritionnel a été de dix jours.

#### - Digestibilité iléale.

La digestibilité iléale des régimes étudiés dans l'expérience précédente a été mesurée sur trois porcs pourvus d'anastomose iléo-rectale termino-latérale (isolement partiel du colon)

**TABEAU 1**  
COMPOSITION DES ALIMENTS UTILISÉS DANS LES BILANS NUTRITIONNELS  
(rapportée à la matière sèche)

LOTS	1	2	3	4	5	6
<b>Lactosérum</b>	Sans			avec 30 %		
<b>Cellulose %</b>	2,5	4,5	6,5	2,5	4,5	6,5
Lactosérum	—	—	—	30,00	30,00	30,00
Son de blé fin	—	25,88	51,75	12,77	38,62	64,50
Blé	85,75	51,14	36,64	49,65	25,11	0,48
Caséine chlorhydrique	5,13	4,59	4,41	2,53	1,96	1,39
CPSP-80 (*)	5,13	4,59	4,41	2,53	1,96	1,39
Phosphate biCa.	1,80	1,37	0,96	0,24	0,12	—
Carb. Calcium	1,45	1,69	1,90	—	2,05	2,08
Sel marin	0,58	0,58	0,58	—	—	—
Oligoél + Vit	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
<b>Composition de la matière sèche en %</b>						
<b>DIGESTIBILITE FECALE</b>						
Cendres brutes	5,08	5,61	6,13	6,22	7,01	7,80
Energie brute (cal/g)	4337	4373	4409	4148	4177	4206
Azote	3,30	3,38	3,45	2,73	2,77	2,81
Lipides	2,60	3,12	3,64	2,32	2,74	3,16
Cellulose brute	2,50	4,09	5,67	2,21	4,10	6,00
N.D.F.	9,44	15,82	22,15	10,38	16,03	21,67
A.D.F.	3,06	5,30	7,53	3,00	5,17	7,33
A.D.Lignine	0,70	1,22	1,74	0,95	1,37	1,78
<b>DIGESTIBILITE ILEALE</b>						
Cendres brutes	5,05	5,64	6,22	6,28	6,95	7,64
Energie brute (cal/g)	4326	4374	4422	4148	4182	4214
Azote	3,35	3,35	3,35	2,68	2,68	2,68
Lipides	2,53	2,97	3,40	1,94	2,61	3,27
Cellulose brute	2,48	4,41	6,34	2,63	4,63	6,61
N.D.F.	8,30	15,42	22,50	9,19	16,56	23,89
A.D.F.	3,06	5,58	8,08	3,47	6,10	8,71
A.D.Lignine	0,70	1,35	2,00	0,72	1,33	1,93

(\*) Concentré Protéique Soluble de Poisson

et quatre porcs avec anastomose termino-terminale (isolement total du colon) (LAPLACE *et al*, 1985). Ces porcs d'un poids moyen initial de 80 kg étaient opérés depuis cinq mois lors de leur mise en lots. Chacun des régimes a été testé sur chacun des porcs, selon un dispositif en carré latin pour chaque type d'anastomose. La durée des périodes de collecte était de trois jours, après une période d'adaptation au régime de quatre jours.

#### — Alimentation au lactosérum à l'abreuvoir

Cent vingt-huit porcs, logés par groupes de deux mâles castrés et deux femelles, ont été répartis selon un schéma factoriel 2 x 2 x 2 en blocs équilibrés, en 8 lots combinant deux taux de cellulose brute, 2,5 et 6,5 p.cent, avec des aliments granulés ou non, en présence ou non de lactosérum à l'abreuvoir. De 25,9 à 100,5 kg de poids vif, ils ont été alimentés à volonté, ce qui permet de considérer chaque porc comme une donnée indépendante pour ce qui concerne les gains moyens quotidiens, dans un schéma factoriel équilibré 2 x 2 x 2 x 2. Pour les données concernant l'aliment ingéré et les indices de consommation l'unité expérimentale est la loge de quatre porcs dont les caractéristiques sont le gain de poids total et le nombre total de jours passés par les quatre porcs dans la loge.

## 2.2. COMPOSITION DES ALIMENTS ET DONNÉES ANALYTIQUES

La source de cellulose choisie est le son de blé. Afin d'éviter toute interférence avec une autre source, la complémentation

protéique a été obtenue par un mélange de caséine chlorhydrique et de C.P.S.P. 80. Les formules des aliments utilisés dans les bilans sont rapportées au tableau 1, avec leur données analytiques, celles relatives à l'expérience en lot au tableau 2. Les trois expériences n'étant pas simultanées, des différences analytiques apparaissent entre les expériences, en diminuant ou en augmentant légèrement l'amplitude de la variation de teneurs en constituants pariétaux, ce qui ne remet pas en cause les effets des facteurs étudiés.

Ces aliments ont été granulés pour les expériences en bilan. Le lactosérum, fourni sous forme liquide était reconstitué extemporanément à partir de poudre, sur la base d'une teneur en matière sèche de 6,5 p.cent. Pour les mesures de bilans, il était présenté à l'auge, en mélange avec l'aliment. La distribution d'aliment était identique dans les six lots expérimentaux, sur la base de l'apport en matière sèche.

Dans l'expérience en lot, l'aliment complémentaire, présenté soit en farine soit en granulé, était fourni *ad libitum* tandis que le lactosérum, reconstitué quotidiennement était acidifié par des ferments lactiques pour une meilleure hygiène de conservation (ph 4,6). Il était mis à disposition pendant une durée quotidienne variant de 4 à 6 heures selon les jours de la semaine. L'eau était fournie dans le même abreuvoir pendant le reste du temps. Les quantités de lactosérum et d'eau ingérées ont été relevées quotidiennement et le dispositif d'abreuvement a été débarassé chaque jour des souillures qui entraînent un refus de boisson.

**TABLEAU 2**  
COMPOSITION DES ALIMENTS UTILISÉS EN ENGRAISSEMENT

Cellulose %	Croissance		Finition					
	2,5	6,5	2,5	6,5				
Son de blé fin	—	59,30	—	35,08				
Caséine chlorhydrique	4,95	3,26	3,45	1,37				
CPSP-80	5,05	3,22	3,40	1,35				
Blé	86,40	31,12	89,99	35,40				
Phosphate bicalcique	1,63	0,44	1,05	0,16				
Carbonate de Calcium	1,30	2,23	1,43	2,12				
Sel marin	0,50	0,25	0,50	0,25				
Oligoéléments + Vitamines	0,18	0,18	0,18	0,18				
<b>Composition rapportée à la matière sèche</b>								
	Granulé	Farine	Granulé	Farine	Granulé	Farine	Granulé	Farine
Cendres brutes	5,64	6,24	7,72	8,40	5,18	5,01	6,77	6,75
Energie brute (cal/g)	4387	4330	4486	4374	4491	4452	4535	4528
Azote	3,31	3,32	3,50	3,47	3,15	3,10	3,09	3,15
Lipides	3,38	3,27	4,46	4,28	2,64	2,61	4,20	4,57
Cellulose brute	2,31	2,66	6,74	6,77	2,97	2,84	6,36	6,96
N.D.F.	10,08	10,10	20,24	24,24	8,31	8,50	20,25	21,41
A.D.F.	3,61	3,74	8,29	8,16	3,16	3,16	7,82	7,88
A.D.Lignine	0,95	0,76	2,05	1,77	0,80	0,96	2,06	2,09

### 2.3. OBSERVATIONS COMPLÉMENTAIRES

Outre les mesures habituelles de performances zootechniques et de qualité de carcasses (taux de muscle estimé à partie de la découpe parisienne normalisée, DESMOULIN *et al.*, 1987), l'importance des tractus digestifs a été mesurée pour les différents lots, ainsi que les caractéristiques stomacales, pH, teneur en matière sèche et ulcères gastro-oesophagiens, classés selon TOURNUT (1982).

## 3. RESULTATS

### 3.1. UTILISATION DIGESTIVE DES RÉGIMES

Quels que soient les nutriments étudiés, les digestibilités apparentes iléales obtenues par anastomose termino-latérale ou bien par anastomose termino-terminale n'ont pas fourni de résultats significativement différents. Pour cette présentation ils ont donc été regroupés dans le tableau 3, en regard des critères correspondants pour la digestibilité totale.

Les constituants pariétaux ont été estimés par la cellulose brute et les fractions de Van Soest. En ce qui concerne la digestibilité totale, les écart-types des Coefficients d'Utilisation Digestive apparents de ces constituants sont corrects, de l'ordre de 1 à 2 points, en revanche, pour la digestibilité iléale, ils sont très élevés, de l'ordre de 6 à 8 points, ce qui doit modérer l'interprétation des différences de réponses entre les digestibilités totale et iléale. Par ailleurs, une durée de collecte iléale de trois jours, probablement suffisante pour une étude sur les protéines semble trop courte pour celle des parois végétales, en raison du rythme de passage et d'évacuation stomacale de ces composants. Compte tenu de ces réserves on s'attachera aux effets les plus marquants.

Conformément à toutes les données antérieures (HENRY et ETIENNE, 1969), la digestibilité apparente totale de tous les constituants de la ration est significativement diminuée par l'élévation du taux cellulosique. Mais elle l'est aussi par la présence de lactosérum dans le régime. Cependant des inte-

ractions significatives n'apparaissent entre ces deux facteurs que pour les constituants pariétaux. La digestibilité de la fraction ligno-cellulosique et dans une moindre mesure celle des hémicelluloses est davantage diminuée dans les régimes qui ne comportent que du blé que dans ceux où le son a été introduit. Ceci met en évidence l'effet de la quantité, mais aussi de la nature des parois végétales dans l'interaction avec le lactose (JOST *et al.*, 1982). Toutefois cette réduction est sans effet notable sur la digestibilité des autres composants du régime, compte tenu de la faible part que les parois du blé prennent dans la ration.

La digestibilité apparente iléale de l'énergie, de la fraction glucidique et des protéines est affectée de la même manière que précédemment par l'introduction du lactosérum dans le régime, mais elle est sans effet sur les constituants pariétaux. Le lactosérum a une action négative encore plus marquée sur l'utilisation de tous les composants de la ration, y compris les constituants pariétaux, qu'en digestibilité totale, particulièrement dans les régimes à base de blé seul. Certes des valeurs négatives peuvent paraître aberrantes, mais la forte valeur de l'écart-type sur ces critères permet de les assimiler à des valeurs nulles, ce qui n'est pas le cas dans les régimes dépourvus de lactosérum.

La comparaison des digestibilités totale et iléale pour chaque régime montre généralement une différence positive entre la première et la seconde, sauf pour les lipides. Cependant, l'amplitude de la différence est variable selon les régimes. Ainsi, la différence moyenne entre les coefficients d'utilisation digestive de l'extractif non azoté augmente d'environ 5 points avec l'introduction de la cellulose, mais elle augmente encore de 10 points par l'introduction du lactosérum. Pour les lipides, outre l'inversion de la différence qui traduit une synthèse de lipides par la flore intestinale, la tendance est identique pour le lactosérum, mais inverse avec le taux de cellulose. La différence moyenne des digestibilités totale et iléale de l'énergie est d'environ 9 points, mais alors qu'elle varie de 10 à 6 points avec le taux de cellulose en absence de sérum, elle varie de 2 à 13 points lorsqu'il est présent. Ainsi, la présence simultanée de fibres alimentaires et de lac-

**TABLEAU 3**  
**COEFFICIENTS D'UTILISATION DIGESTIVE APPARENTS DES CONSTITUANTS DE LA RATION**  
**DIGESTIBILITÉ TOTALE (FÉCALE) ET ILÉALE**

Taux moyen de cellulose (1)		EAU			LACTOSÉRUM			ECART TYPE	FACTEURS DE VARIATION		
		2,49	4,21	6,01	2,42	4,36	6,3		Cellul.	Lacto.	Cell x lact
Energie	Total	90,5	83,2	76,3	86,8	80,1	71,7	0,5	**	**	
	Iléal	86,5	76,5	70,1	74,7	66,0	58,7	1,5	**	**	
Lipides	Total	66,8	61,4	58,6	60,7	50,9	46,2	1,5	**	**	
	Iléal	72,8	64,5	61,1	56,9	57,5	54,9	3,5	**	**	
Ext. non azoté	Total	94,0	88,2	82,4	92,6	87,7	80,4	0,3	**	**	
	Iléal	89,9	79,6	72,7	77,9	69,0	60,6	1,5	**	**	
azote	Total	93,3	88,0	83,0	86,0	81,3	73,7	1,1	**	**	
	Iléal	88,8	85,4	82,0	83,3	77,6	74,9	0,9	**	**	
Cellulose brute	Total	37,1	27,1	21,6	13,7	22,5	18,8	1,6	**	**	**
	Iléal	23,7	16,5	24,7	- 5,4	7,5	18,5	7,0	**	**	**
A.D.F.	Total	31,8	24,0	21,8	15,2	17,6	10,4	1,6	**	**	*
	Iléal	22,5	16,6	21,2	- 4,6	9,2	17,3	7,0	*	*	*
Hémicelluloses	Total	57,0	47,8	44,7	52,5	46,7	37,1	1,0	**	**	*
	Iléal	20,1	11,2	19,9	-19,6	- 1,6	9,4	8,0	**	**	*
Cellulose Van Soest	Total	37,9	27,1	21,6	13,7	22,5	18,8	1,6	**	**	**
	Iléal	25,4	16,1	20,6	1,9	14,3	21,7	6,0	**	**	**
C. de rétention azotée	Total	37,4	35,5	33,5	44,8	43,5	48,0	3,1	**	**	
	Iléal	56,8	41,7	33,0	62,9	52,3	39,4	6,0	**	**	
C. Util. pratique de N	Total	34,9	31,2	27,7	38,7	35,4	35,2	2,5	*	*	
	Iléal	50,3	35,5	27,3	52,3	40,6	29,6	5,0	*	*	
En Métab/En Digest.	Total	94,3	93,7	93,2	94,8	9,3	93,7	0,1	**	**	
	Iléal	94,0	94,3	93,0	93,4	93,5	93,0	0,4	**	**	*

(1) cf. Tableau 1

\*\* : Effet significatif au seuil  $p = 0,01$  ; \* au seuil  $p = 0,05$

tosérum entraîne une forte diminution de la digestibilité iléale des composants énergétiques vis à vis de la digestibilité totale. Ces résultats sont en accord avec ceux de KIM *et al*, 1978, qui mesuraient un important passage de lactose non hydrolysé dans le gros intestin à la suite de l'ingestion de régime comportant 30 p.cent de poudre de lactosérum.

En revanche, la différence est moins importante pour l'azote, alors que dans les régimes les plus riches en cellulose, les protéines du son représentent un tiers des protéines totales.

Les différences entre les digestibilités avec ou sans lactosérum, totales et iléales pourraient aussi être liées à des vitesses de vidange gastrique et de transit intestinal différentes, cependant, les techniques mise en oeuvre ne permettent pas de trancher sur ce point.

Dans les bilans totaux, l'utilisation de l'azote absorbé (C.R.N.) n'est pas globalement affectée par le taux de cellulose, en revanche, il est significativement amélioré par la présence de lactosérum, malgré la diminution de la digestibilité de l'azote. Ceci confirme nos observations antérieures (FÉVRIER *et al*, 1983). Dans les bilans au niveau de l'iléon, il n'en est pas de même, l'introduction de son diminue la rétention azotée. Ceci peut traduire la moindre disponibilité des protéines de cette matière première par rapport aux protéines de blé ou animales complémentaires.

En conclusion de ces bilans nutritionnels comparés, il apparaît que l'interaction entre les fibres alimentaires et le lacto-

sérum intervient précocément dans le processus de digestion, suggérant un rôle non négligeable de l'estomac. Ainsi, dans les régimes avec de fortes proportions de lactosérum, les fibres alimentaires auraient pour effet de ralentir la vidange stomacale, processus connu en gastro-entérologie, mais sans pour autant permettre une meilleure utilisation du lactose dans le gros intestin. Une étude des processus de vidange gastrique dans ces conditions devrait compléter ces informations.

### 3.2. UTILISATION DU LACTOSÉRUM EN LIBRE-SERVICE

Les performances zootechniques moyennes par lot et par facteur de variation sont rapportées dans les tableaux 4 et 5.

La première constatation est que le taux d'ingestion de lactosérum correspondant à 30 p.cent de la matière sèche de la ration n'a jamais été atteint. La durée moyenne de 6 heures était peut être insuffisante pour cela. Toutefois, certains porcs parvenaient facilement à atteindre cette proportion dans le délai imparti et l'on a pu observer de larges différences individuelles dans les temps de boisson de sérum. Un incident technique sur le circuit de distribution a privé les porcs de lactosérum pendant une semaine en période de finition.

Cependant, compte tenu des observations avant et après cet incident, la proportion maximale n'aurait pu excéder 25 p.cent dans le lot recevant l'aliment cellulosique en farine. On peut noter aussi que ce taux de lactosérum adopté limitait le

**TABLEAU 4**  
LACTOSÉRUM EN LIBRE SERVICE A L'ABREUVOIR : RÉSULTATS MOYENS PAR LOT  
Croissance-finition de 25,9 à 100,5 kg vif

	BLE				BLE + SON			
	Lactosérum		Eau		Lactosérum		Eau	
	Granulé	Farine	Granulé	Farine	Granulé	Farine	Granulé	Farine
Gain de poids moyen g/j								
Mâles castrés	888	872	860	815	849	720	705	708
Femelles	811	720	696	749	734	690	666	713
moyenne	850	796	816	782	788	704	685	711
Matière sèche ingéré. kg/j	2,15	2,09	2,05	2,07	2,24	2,35	2,16	2,32
M.S. lacto % de M.S. totale	10,1	14,8			13,8	21,6		
Ind. de consommation (M.S.)	2,56	2,67	2,53	2,66	2,97	3,39	3,17	3,28
Rapport Eau/M.S.	3,04	3,24	2,75	2,63	3,67	4,27	3,29	2,88

**TABLEAU 5**  
LACTOSÉRUM EN LIBRE-SERVICE : RÉSULTATS MOYENS PAR FACTEUR DE VARIATION

Facteur	Blé	Blé + son	Granulé	Farine	Lacto-sérum	Eau	Sexe	Ecart-type		
Gain de poids moyen g/j										
Mâles castrés	860	743	825	779	832	773	802			
Femelles	763	705	747	723	742	728	735			
moyenne	811	724	786	751	787	750		46		
Matière sèche ingéré. kg/j	2,09	2,27	2,15	2,21	2,21	2,15		0,26		
M.S. lacto % de M.S. totale	12,0	18,2	12,5	17,7						
Ind. de consommation (M.S.)	2,60	3,19	2,80	2,99	2,89	2,90		0,20		
Rapport Eau/M.S.	2,91	3,53	3,19	3,25	3,55	2,89		0,22		
Interactions :	Lact Gran	Lact Far	Eau Gran	Eau Far	Blé mâles	Blé femelles	Son males	Son femelles		
G.M.Q. finition g	821	754	752	748	860	763	742	706		
Lactosérum % de MS	12,5	17,7								
Eau/MS finition	3,36	3,75	3,02	2,76						
Signification statistique par facteur de variation										
	Cellulose	Granulé	Lacto.	Sexe	Cellul. x Granulé	Cellul. x Lacto	Cellul. x Sexe	Granulé x Lacto	Granulé x Sexe	Lacto x Sexe
Gain de poids moyen g/j	**	**	**	**			*	**		
Matière sèche ingéré. kg/j	**	—		—			—		—	—
M.S. lacto % de M.S. totale	*	*		—			—		—	—
Ind. de consommation (M.S.)	**	**		—			—		—	—
Rapport Eau/M.S.	**		**	—			—	*	—	—

\*\* Différences significatives à  $p < 0,01$  ; \* à  $p < 0,05$  — non mesurable

rapport eau/matière sèche à 4 qui est un rapport considéré comme un plafond maximal avant un effet délétère sur les performances (RÉRAT et FÉVRIER, 1964).

Le second point important est en effet que que la fourniture d'un aliment enrichi en cellulose provoque une consommation de lactosérum accrue pendant toute la durée d'engraissement. La distribution sous forme de farine tend aussi à augmenter la consommation, particulièrement pendant le début de la croissance. Les deux facteurs sont additifs.

La présence de lactosérum a pour effet général d'augmenter la vitesse de croissance, en permettant un niveau alimentaire plus élevé, mais il n'a pas d'action sur l'efficacité alimentaire. Par ailleurs, on constate que le gain de poids quo-

tidien et l'efficacité alimentaire sont en relation inverse avec le niveau de lactosérum consommé. La granulation qui a un effet peu important sur l'indice de consommation en absence de sérum a un effet améliorateur significatif sur les performances lorsqu'il est présent. Ces résultats sont donc plus favorables à la granulation que ne l'étaient ceux de HENRY et BOURDON (1971). Avec le régime cellulosique, et pour un même niveau de matière sèche ingérée, l'indice de consommation est légèrement augmenté avec un taux de lactosérum de 22 p.cent, alors qu'il n'en est rien dans le cas du blé, mais avec un taux d'introduction de 15 p.cent seulement. Nous n'avons donc pu reproduire les résultats obtenus par TEXIER (1981), mais, dans les conditions expérimentales alors employées, la fourniture d'aliment complémentaire était limitée, ce qui n'était pas le cas dans nos conditions.

**TABLEAU 6**  
LACTOSERUM EN LIBRE-SERVICE A L'ABREUVOIR, QUALITÉ DES CARCASSES  
Résultats moyens par facteur de variation

Facteur	Blé	Blé + son	Granulé	Farine	Lactosérum	Eau	Mâles	Femelles
Rendement à l'abattage %	83,0	81,0	82,0	81,9	82,1	81,9	81,8	82,1
Poids de muscles kg	19,4	19,7	19,6	19,5	19,5	19,6	18,9	20,2
Poids de graisses kg	10,8	9,4	10,1	10,1	10,3	9,8	10,8	9,3
Pourcent de muscles/pds net	50,8	52,9	51,7	51,9	51,5	52,1	50,0	53,6
Pourcent de graisses/ id	28,2	25,1	26,7	26,7	27,3	26,1	28,6	24,7
Poids des pièces								
Jambon kg	8,59	8,65	8,63	8,61	8,62	8,61	8,46	8,78
Longe kg	12,15	12,16	12,17	12,14	12,12	12,18	11,85	12,46
Bardière kg	5,14	4,36	4,78	4,74	4,88	4,64	5,17	4,35
Panne g	723	616	664	677	696	646	734	608
<b>Signification statistique par facteur</b>								
	Cellulose	Granulé	Lactosérum	Sexe	Aucune interaction			Ecart-type
Rendement à l'abattage %	**							0,9
Poids de muscles	**		*	**				0,8
Poids de graisses	**			**				1,0
Pourcent de muscles	**			**				1,9
Pourcent de graisses	**			**				2,5
Poids des pièces								
Jambon kg				*				0,32
Longe kg				*				0,44
Bardière kg	**			**				0,53
Panne g	**		*	**				98

**TABLEAU 7**  
LACTOSERUM EN LIBRE-SERVICE A L'ABREUVOIR  
Caractéristiques moyennes des viscères et contenus digestifs, valeurs moyennes par facteur de variation

	Blé	Blé + son	Granulé	Farine	Lactosérum	Eau	Mâles castrés	Femelles	Ecart-type
Poids des organes vides									
Estomac g	493	571	535	516	514	540	523	530	50
Intestin grêle g	1645	1651	1670	1620	1641	1655	1654	1641	160
Colon + caecum g	1776	2130	1889	1979	1980	1874	1973	1885	202
Poids des contenus									
Estomac g	500	461	488	477	495	471	514	453	201
Intestin grêle g	695	720	703	710	730	680	779	634	266
Colon + caecum g	1288	2305	1621	1858	1718	1734	1691	1759	430
pH stomacal	4,04	4,27	3,95	4,37	4,33	3,93	4,02	4,25	0,86
Matière sèche stomacale %	8,57	6,63	6,86	8,86	8,58	6,85	8,73	6,76	3,48
Note moyenne des ulcères gastro-oesophagiens	4,10	3,20	3,60	3,70	3,38	4,04	3,83	3,57	1,45
Interactions :									
Estomac vide	Lact Mâles 497	Lact Femelles 387	Eau Mâles 550	Eau Femelles 529					
pH stomacal	Blé Mâles 4,12	Blé Femelles 3,87	Son Mâles 3,91	Son Femelles 7,74					
Matière sèche stomacale %	Lact Blé 10,01	Lact Son 6,59	Eau Blé 6,3	Eau Son 7,45					
<b>Signification statistique</b>	<b>Cellulose</b>	<b>Granulé</b>	<b>Lacto</b>	<b>Sexe</b>	<b>Cellulose x Sexe</b>	<b>Cellulose x Lacto</b>	<b>Lacto x Sexe</b>	<b>Ecart- type</b>	
Poids des organes vides	**	*					50	*	
Estomac	**							160	
Intestin grêle	**							202	
Colon + caecum									
Poids des contenus									
Estomac				*				201	
Intestin grêle				*				266	
Colon + caecum	**							430	
pH stomacal				*	*	*		0,86	
Matière sèche stomacale %		*		*		*		3,48	

\*\* : effet significatif au seuil  $p = 0,01$  ; \* au seuil  $p = 0,05$

La qualité des carcasses a été résumée dans le tableau 6. Comme d'habitude les femelles présentent un poids et une proportion de muscles et morceaux nobles plus élevés que les mâles castrés et moins élevés pour les graisses. L'augmentation du taux de cellulose a également conduit à une classique réduction de l'adiposité des carcasses, en relation avec la diminution de la vitesse de croissance. Cependant, seul le dépôt des graisses a été réduit alors que le poids de muscle n'était pas affecté. A l'inverse, le lactosérum a eu pour effet d'augmenter le dépôt des graisses, notamment de la panne, c'est là un défaut assez courant chez les porcs nourris de lactosérum. L'augmentation du coefficient d'utilisation pratique de l'azote qui avait été enregistré dans l'expérience de digestibilité ne s'est donc pas traduit ici par une augmentation de la production de muscles, pour un taux moyen de lactosérum de 15 p.cent. La granulation de l'aliment, bien qu'elle ait permis une vitesse de croissance plus élevée et un meilleur indice de consommation, n'a pas pour autant eu d'action sur la qualité des carcasses. Aucune interaction significative entre les différents facteurs étudiés ne s'est manifestée.

Il est connu que les régimes riches en fibres alimentaires provoquent une hypertrophie du tractus digestif (HENRY et ETIENNE, 1969). Nous l'avons à nouveau observé de façon significative dans l'estomac et le gros intestin. Le poids des organes vides est également affecté, ce qui suppose une réelle hypertrophie et non seulement une distension des organes. La granulation tend aussi à augmenter le poids de l'es-

tomac, à mettre en rapport avec le niveau d'ingestion élevé, mais à jeûn on y trouve une teneur en matière sèche plus faible que chez les porcs recevant leur aliment en farine. Par ailleurs, l'estomac des femelles recevant du lactosérum était moins développé que chez les autres porcs. Ceci pourrait être en rapport avec leur comportement moins glouton, notamment en présence de lactosérum.

Le poids du pancréas a été relevé chez tous les animaux. En effet, il est démontré que la fourniture d'aliment cellulosique, et particulièrement des régimes ici utilisés, provoque une augmentation du volume du suc pancréatique et de la sécrétion de ses protéines (LANGLOIS *et al*, 1986). Or celle-ci se produit sans aucune hypertrophie du pancréas qui n'a réagi à aucun des traitements alimentaires proposés.

Enfin, une dernière observation est celle de la fréquence des ulcères gastro-oesophagiens. Bien qu'ils aient été observés dans tous les lots, probablement en relation avec une mouture trop fine du blé ou, comme le suggèrent Henry et Bourdon (1971) par la qualité de son gluten, leur fréquence et leur gravité étaient significativement plus élevées avec les régimes comportant du blé granulé. Cependant ces lots sont aussi ceux qui présentaient les plus fortes vitesses de croissance. Ces résultats confirment les données bibliographiques antérieures (HENRY, 1970). La fréquence la plus faible se trouvait dans le régime son-farine-lactosérum. cependant, la granulation, pas plus que le lactosérum n'avaient un effet significatif en tant que tels et les mâles castrés n'ont guère été plus sensibles que les femelles.

TABLEAU 8  
LACTOSÉRUM EN LIBRE SERVICE : FRÉQUENCE ET GRAVITÉ DES ULCÈRES

Stade d'ulcération	BLE				BLE + SON			
	Lactosérum		Eau		Lactosérum		Eau	
	Granulé	Farine	Granulé	Farine	Granulé	Farine	Granulé	Farine
Normal	0	0	1	2	1	7	1	8
1	2	4	2	2	6	1	4	1
2	2	4	1	2	2	2	3	3
3	4	2	1	0	1	0	0	0
4	4	0	2	1	2	4	2	1
5	0	1	2	2	1	1	2	1
6	3	3	3	6	1	0	4	1
7	1	2	4	1	1	1	0	0

### 3.3. COMPARAISON DES DEUX MÉTHODES EXPÉRIMENTALES

L'interprétation des résultats de l'expérience d'engraissement à la lumière des bilans digestifs, totaux ou iléaux, est délicate, dans la mesure où les porcs n'ont pas fourni ce que l'on attendait d'eux, à savoir atteindre un niveau de consommation de lactosérum équivalent à 30 p.cent de la matière sèche de leur ration. Il semblerait toutefois que l'on retrouve les réponses observées en bilan lorsque l'on considère les résultats plutôt défavorables obtenus avec le lot recevant l'aliment cellulosique en farine. Dans ce lot le niveau de consommation de lactosérum atteignait 22 p.cent et l'antagonisme cellulose-lactose peut y être soupçonné. En deçà de ce niveau, bien au contraire, le lactosérum agit comme un supplément énergétique favorable en augmentant l'ingéré quotidien, ou en complétant un régime énergétique déficient.

### CONCLUSIONS

Le porc nourri à volonté de lactosérum et d'aliment complémentaire séparément est capable d'ajuster sa consommation spontanée des deux éléments de sa ration en fonction de la composition de l'aliment complémentaire. D'après nos résultats, il apparaît que pour un aliment correctement équilibré en protéines, l'ingestion de lactosérum augmente avec la diminution de la densité énergétique de la ration, mais aussi avec une présentation pulvérulente plutôt que granulée. Cependant, en aucun cas elle n'a atteint une proportion de 30 p.cent de la ration qui est l'optimum reconnu lorsque les porcs n'ont pas le libre choix dans l'équilibre de leur ration.

On peut donc envisager raisonnablement que le taux optimal de 30 p.cent proné à partir d'essais en alimentation imposée où le libre choix d'équilibrer leur ration n'était pas laissé

aux porcs, n'est peut-être pas l'optimum physiologique pour une bonne utilisation digestive et métabolique du lactosérum. Une autre conséquence est qu'une valeur énergétique unique (digestible ou nette) ne peut être retenue pour le lactosérum puisqu'elle peut varier avec son taux d'introduction dans la ration et avec la nature de la complémentation.

Si, en dépit de cela, on souhaite utiliser de fortes quantités de lactosérum pour des raisons économiques, il importe alors de rationner l'aliment complémentaire. Ensuite, il faut constituer celui-ci sur la base d'un aliment "haute énergie", avec une teneur modérée en parois végétales. En se référant à nos expériences antérieures une addition de matières grasses peut être favorable, avec une teneur en protéines brutes ne dépassant pas les recommandations minimales, associée à des teneurs en acides aminées correspondant aux valeurs maximales des recommandations pour chaque phase de la croissance.

## BIBLIOGRAPHIE

- DESMOULIN B., ECOLAN P., BONNEAU M., 1987, Bulletin des Production Animales, I.N.R.A., in press.
- FÉVRIER C., CHAUVEL J., 1977, Lactosérums et sous-produits laitiers dans l'alimentation du porc. I.T.P. ed. Paris, pp 190.
- FÉVRIER C., JOST M., CHENUZ, 1983, Recherche Agronomique en Suisse, **22**, 1-17.
- HENRY Y., 1970, Ann. Zootech. **18**, 371-384
- HENRY Y. BOURDON D., 1971, Journées Rech. Porcine en France, **3**, 127-125
- HENRY Y., ETIENNE M., 1969, Ann. Zootech. **18**, 371-384
- JOST M., FÉVRIER C., STOLL P., CHENUZ M., 1982, Journées Rech. Porcine en France, **14**, 239-248.
- KIM K.I., JEWELL D. E., BENEVENGA N. J., GRUMMER R. H., 1978. J. Anim. Sci., **46**, 1658-1665.
- LACHANCE B., 1985, Colloque sur la Production porcine, Victoriaville, C.P.A.Q. ed. Québec.
- LANGLOIS A., CORRING T., FÉVRIER C., 1987. Reprod. Nutr. Develop. **27**, 929-940.
- LAPLACE J.P., DARCY-VRILLON B., PICARD M., 1985, Journées Rech. Porcine en France, **17**, 353-370.
- MEZIERE G. 1982, Techni-Porc, **5**, (1) 7-10
- TEXIER C., 1982, Techni-Porc, **4**, (6) 7-12
- TOURNUT J., 1982, Le porc et ses maladies, 475-497, Maloine S.A. éd. Paris.