LE ROLE NUTRITIONNEL, CHEZ LA VACHE EN LACTATION, DES ACIDES ACÉTIQUE ET BUTYRIQUE FORMÉS AU COURS DE L'ENSILAGE (*fin*) ⁽¹⁾

PAR

Z. ZELTER

Laboratoire de Recherches de la chaire de Zootechnie
Institut National Agronomique, Paris

TROISIÈME PARTIE

RECHERCHES PERSONNELLES SUR LE ROLE NUTRITIONNEL DES ACIDES ACÉTIQUE ET BUTYRIQUE CHEZ LA VACHE EN LACTATION

AVANT-PROPOS

Il eut été instructif d'étudier, en même temps que l'aspect quantitatif, l'aspect qualitatif de l'action exercée sur la lipogénèse mammaire par une ingestion d'ensilage ou d'acides acétique et butyrique.

Malheureusement, notre matériel animal se trouvait fort éloigné du laboratoire. Manquant d'installations adéquates, il ne nous a pas été possible d'entreprendre sur place les dosages très complexes que nécessite une étude qualitative des lipides du lait. Le transport régulier des échantillons au laboratoire ne pouvait pas, non plus, être envisagé, étant donné la distance à parcourir (180 km) et la grande altérabilité des laits.

Ces difficultés matérielles nous ont forcé à limiter nos observations expérimentales aux seules variations quantitatives des sécrétions mammaires, provoquées par l'absorption d'acides gras volatils chez une quarantaine de vaches en lactation.

Afin d'alléger l'exposé des résultats de nos recherches, les tableaux consignant les détails des mesures expérimentales ont été insérés dans une partie annexe qui figure dans le manuscrit déposé à la Faculté.

(1) Voir *Annales de Zootechnie*, 1953, n^{os} 2 et 3

CHAPITRE I

**EFFET DE L'ENSILAGE SUR L'INTENSITÉ
DES SÉCRÉTIONS LACTÉE ET LIPIDIQUE
DE LA GLANDE MAMMAIRE**

On rencontre dans la littérature très peu de renseignements concernant l'action qu'exerce la consommation d'ensilage sur les activités mammaires de la vache en lactation. Les auteurs paraissent avoir étudié plutôt la valeur nutritive comparée de cet aliment, en fonction du mode de conservation, et les modifications qualitatives de la sécrétion lactée qu'il entraîne.

Quelques observations empiriques laissent toutefois croire que l'ensilage exciterait la glande mammaire à la sécrétion (9).

Au cours d'expériences entreprises au Danemark, il a été observé que des vaches nourries avec de l'ensilage ont produit, malgré une ingestion de matière sèche inférieure de 14 %, plus de lait et de matières grasses que d'autres ayant consommé du foin. Les auteurs en ont déduit que la valeur nutritive de l'ensilage est supérieure à celle du fourrage sec (2).

VEZZANI et CARBONE (31) remarquent que, dans la production laitière, l'ensilage se montre toujours supérieur au foin et ceci, quel que soit son mode de conservation. D'autres (32) ne relèvent, par contre, pas de différence entre les niveaux de sécrétions lactée et lipidique des vaches nourries avec un régime comportant de l'ensilage et celles alimentées avec de l'herbe déshydratée artificiellement. Il semblerait même que le seul effet marquant de l'ensilage chez la vache consiste à enrichir le lait en substances vitaminiques (33).

Parmi les auteurs croyant à une action favorable de l'ensilage sur l'activité mammaire, certains ont essayé d'expliquer le phénomène. Ainsi, SPINDLER (30) l'attribue à un effet physiologique exercé par les ferments lactiques présents dans l'aliment, sur le processus digestif. SCURTI et PAVARINO (25) pensent que la supériorité de l'ensilage sur le foin, pour la sécrétion lactée, est due à une moindre lignification du premier de ces aliments, ce qui permet une utilisation glucidique meilleure.

L'imprécision de nos connaissances quant à l'effet de l'ingestion d'ensilage sur le comportement et l'activité mammaire de la vache, nous a convaincu de l'utilité qu'il y aurait à mesurer avec précision l'ampleur des réactions mammaires que provoque cet aliment et à identifier les facteurs responsables.

A. — Étude expérimentale des influences exercées par l'ingestion de betteraves et d'ensilage sur le niveau des activités mammaires.
(Essai I — Février-Avril 1949)

Nous avons mesuré quotidiennement, pendant 71 jours, les sécrétions lactée et lipidique de 14 vaches normandes, appartenant à un troupeau inscrit au livre généalogique de la race. Les animaux ont été répartis en deux groupes parfaitement semblables et comprenant chacun 7 sujets (voir tableau I de la partie annexe).

1^o La technique expérimentale

Nous avons utilisé la méthode de « périodes successives » couplée avec celle de « groupes ».

L'expérience a comporté 3 périodes successives, dont une de pré-expérience au cours de laquelle les deux groupes d'animaux dont nous disposions étaient soumis au régime de référence. Pendant les deux autres périodes, chacun d'eux passait alternativement du régime de référence à celui expérimental. Cette façon d'opérer nous a permis d'observer simultanément le comportement d'un même sujet à l'égard de ces deux régimes. Quatre jours d'adaptation aux changements d'alimentation séparaient deux périodes successives.

Schématiquement, la succession périodique des régimes se présentait comme suit :

	Préexpérience période <i>a</i>	Expérience 1 période <i>b</i>	Expérience 2 Période <i>c</i>
Durée des périodes en jours	20	24	19
Groupe A	Régime de référence à base de betteraves	Régime expérimental à base d'ensilage	Régime de référence à base de betteraves
Groupe B	Régime de référence à base de betteraves	Régime de référence à base de betteraves	Régime expérimental à base d'ensilage

2^o Les régimes alimentaires

Ils ont été établis selon les principes que nous avons exposés dans la deuxième partie de ce travail.

a) *Le régime de référence* comportait, pour chaque animal, une distribution journalière moyenne de 45 kg de betteraves demi-sucrières et de 4 kg de foin de pré. L'adjonction de suppléments concentrés A et B composés avec des tourteaux de lin et d'arachide, de son de blé, d'orge, d'avoine et de mélange salin 4-3-2-1, équilibrait les besoins individuels de chaque sujet.

b) *Le régime expérimental* différait de celui de référence uniquement par l'introduction d'ensilage mixte de pulpes et de collets de betteraves sucrières, conservé en silo, depuis deux mois par simple tassement, en remplacement des betteraves. La substitution s'effectuait poids pour poids.

Les détails concernant la composition chimique des aliments utilisés et les ingesta individuels figurent respectivement dans les tableaux II et III (voir partie annexe).

3° Résultats

a) *Mesure des sécrétions mammaires.* — Pendant la période de pré-expérience (a), la mesure des productions lactée et lipidique individuelles s'effectuait, par suite des difficultés matérielles, tous les deux jours seulement. Elle était quotidienne lors des autres périodes. Les variations journalières moyennes des sécrétions de lait et de matières grasses, observées dans les groupes, figurent au tableau IV (voir partie annexe).

TABLEAU I

Moyennes journalières périodiques des sécrétions individuelles

N° d'ordre des sujets	Groupe A	1) Sécrétion lactée kg.			2) Richesse lipidique moyenne ‰			3) Sécrétion lipidique totale g.		
	Période : Régime :	a Bett.	b Ensil.	c Bett.	a Bett.	b Ensil.	c Bett.	a Bett.	b Ensil.	c Bett.
	Nom des vaches									
1	Hya.	25,60	26,47	25,20	36,2	40,3	39,4	942	1028	992
2	Kum.	14,05	13,00	10,41	42,6	44,4	43,9	598	577	458
3	Off.	12,04	12,06	10,89	42,2	48,9	48,5	514	589	528
4	Omi.	9,44	9,33	7,98	48,6	49,3	48,6	459	460	388
5	Pati.	7,92	8,27	8,25	48,0	50,2	50,6	380	457	417
6	Nota	7,32	7,45	6,96	43,0	50,2	46,5	315	374	324
7	Orn.	10,81	11,15	9,60	42,3	49,0	44,8	458	546	429
Moyenne générale...		12,45	12,54	11,32	42,2	45,9	44,7	525	576	507
	Groupe B									
	Périodes : Régimes :	a Bett.	b Bett.	c Ensil.	a Bett.	b Bett.	c Ensil.	a Bett.	b Bett.	c Ensil.
1	Lim.	19,80	17,42	16,40	39,4	39,3	42,7	779	685	700
2	Hum.	15,21	12,76	12,24	42,9	42,6	49,6	653	544	609
3	Ody.	12,62	8,56	7,50	40,9	40,8	47,4	516	349	355
4	Ora.	8,93	9,88	10,10	40,0	38,3	43,3	357	378	436
5	Pato.	5,58	4,77	6,11	49,5	51,6	56,8	276	246	347
6	Oran.	6,03	5,27	5,87	50,0	53,4	56,3	301	282	331
7	Nub.	14,61	13,10	13,10	38,3	39,5	44,6	560	517	585
Moyenne générale...		11,82	10,26	10,19	41,6	41,8	46,2	491	429	482

Le tableau I qui précède contient les moyennes journalières périodiques de productions individuelles, observées sous l'influence des régimes alimentaires successifs.

b) *Variations du poids vif des sujets.* — Les variations du poids vif moyen des groupes sont rassemblés dans le tableau V (voir partie annexe), tandis que les poids vifs moyens périodiques individuels sont groupés dans le tableau II ci-après :

TABLEAU II
Poids vifs moyens périodiques des vaches (kg)

Période N° d'ordre du sujet	Groupe A			Groupe B		
	a	b	c	a	b	c
1	772	784	738	725	743	746
2	749	779	793	760	777	789
3	648	657	671	745	751	758
4	627	655	644	610	638	637
5	621	641	628	625	654	651
6	717	716	715	613	638	646
7	604	624	604	658	688	681
Moy. générale	676,8 ± 11,0	693,8 ± 12,1	684,8 ± 12,3	676,5 ± 10,7	698,6 ± 10,6	701,3 ± 11,3

B. — Interprétation des résultats

1° Influence des changements de régime

Les figures 1, 2 et 3 traduisent d'une façon très suggestive l'amplitude des variations provoquées par la consommation des régimes alimentaires mis en comparaison.

Pendant la période (b), le régime de référence à base de betteraves ne parvient pas à atténuer le rythme de décroissance des activités mammaires du groupe B. Les données du tableau I montrent que, comparativement à la période antérieure, la sécrétion lactée journalière des sujets de ce groupe a diminué en moyenne de 1,56 kg et celle de la matière grasse de 62 g. Parallèlement, sous l'influence du régime expérimental comportant de l'ensilage, la production laitière du groupe A s'est maintenue à un niveau constant, augmentant même légèrement, tandis que la quantité totale de lipides élaborés journallement par la mamelle s'est accrue de 51 g par vache.

Le phénomène présente une allure inverse particulièrement démonstrative au cours de la période c. Le retour du dernier groupe au régime de référence provoque une régression marquée des sécrétions mammaires :

la production laitière journalière des animaux est inférieure de 1,20 kg par rapport à ce qu'elle était lors de la précédente période, et celle de matières grasses baisse de 69 g. Par contre, le passage du régime de référence à

celui expérimental, enrayer la chute de la sécrétion lactée du groupe B ; cette dernière augmente même très rapidement, pendant que les quantités totales quotidiennes de matières grasses sécrétées s'accroissent en moyenne de 53 g.

2° Réactions individuelles

Les réactions individuelles aux changements de régime, quoique d'intensité différente, s'effectuent généralement dans le même sens. Les écarts entre les productions moyennes individuelles de deux périodes successives le montrent clairement. Ces écarts (tableau III) ont été calculés à partir des éléments figurant au tableau I. Ils sont exprimés en %.

Variation de la Sécrétion Lipidique Totale
Essai I

Variation du Taux Lipidique de la Sécrétion Lactée
Essai I

Les données ci-dessous mettent indiscutablement en évidence l'action particulièrement favorable exercée par l'ensilage sur l'activité lipogénétique de la mamelle. Elles sont cependant entachées d'erreur, car elles reflètent un phénomène brut dans lequel l'influence de l'évolution naturelle de la lactation a sa part.

TABLEAU III

Ecart % entre les productions moyennes périodiques individuelles

N° d'ordre du sujet	Groupe A				Groupe B			
	Substitution d'ensilage à betteraves		Substitution de betteraves à ensilage		Substitution de betteraves à betteraves		Substitution d'ensilage à betteraves	
	$\frac{b-a}{a} \cdot 100$		$\frac{c-b}{b} \cdot 100$		$\frac{b-a}{a} \cdot 100$		$\frac{c-b}{b} \cdot 100$	
	Lait	Matières grasses totales	Lait	Matières grasses totales	Lait	Matières grasses totales	Lait	Matières grasses totales
1	+ 3,4	+ 9,1	— 4,8	— 3,4	— 12,3	— 12,0	— 5,8	+ 2,1
2	— 7,5	— 3,6	— 19,7	— 20,5	— 16,1	— 16,6	— 4,0	+ 11,2
3	+ 0,2	+ 11,4	— 9,9	— 10,3	— 32,1	— 32,4	— 12,5	+ 1,7
4	— 1,0	0	— 14,4	— 15,7	+ 11,6	+ 5,9	+ 2,1	+ 15,6
5	+ 4,2	+ 20,0	— 0,2	— 8,8	— 14,5	— 10,8	+ 28,1	+ 41,0
6	+ 1,8	+ 18,7	— 6,4	— 13,4	— 12,6	— 6,4	+ 11,3	+ 17,2
7	+ 3,1	+ 19,1	— 16,5	— 21,5	— 10,4	— 7,6	0	+ 13,0
Moyenne générale..	+ 0,6	+ 10,7	— 10,3	— 13,4	— 12,3	— 11,4	+ 2,7	+ 14,5

Tels que, les résultats rapportés ne permettent pas non plus de déterminer avec exactitude les quantités de lait et de matières grasses supplémentaires procurées par la substitution d'ensilage aux betteraves.

La technique expérimentale adoptée rend cependant possible une analyse plus correcte de nos observations.

3° Interprétation des résultats par la méthode de groupes

On peut évaluer avec plus de précision les effets de nos deux régimes alimentaires sur les sécrétions mammaires, en comparant les coefficients de persistance de celles-ci, calculées à l'aide des données du tableau I.

Ces coefficients, rappelons-le, représentent le rapport entre les productions de deux périodes successives.

On remarque (tableau IV) que toutes les fois qu'on substitue l'ensilage aux betteraves, les sécrétions de la glande mammaire se maintiennent à un niveau nettement plus élevé. Les différences de niveau d'activité en faveur du premier de ces aliments varient de + 11,1 à + 17,7 %

pour le lait, et de + 26,1 à + 26,7 % pour les quantités de matière grasse récoltées. Ces écarts sont statistiquement très significatifs : il existe à peine 5 ‰ de chance pour que la variation relevée dans la sécrétion lactée soit le fait du hasard et 99 % de certitude que l'intensification observée de la synthèse lipidique dans la mamelle, constitue un phénomène physiologique dû à l'ingestion d'aliments conservés par ensilage.

TABLEAU IV

Coefficients de persistance des sécrétions mammaires

a) EXPÉRIENCE 1 <i>Période b</i> Rapport interpériodique	Sécrétion lactée		Sécrétion lipidique totale	
	Groupe A	Groupe B	Groupe A	Groupe B
	$\frac{b \text{ (ensilage)}}{a \text{ (betteraves)}}$	$\frac{b \text{ (betteraves)}}{a \text{ (betteraves)}}$	$\frac{b \text{ (ensilage)}}{a \text{ (betteraves)}}$	$\frac{b \text{ (betteraves)}}{a \text{ (betteraves)}}$
N° d'ordre des sujets				
1	1,033	0,877	1,088	0,880
2	0,925	0,838	0,966	0,832
3	0,994	0,678	1,144	0,563
4	0,989	1,107	1,011	1,059
5	1,043	0,856	1,202	0,891
6	1,062	0,875	1,187	0,835
7	1,029	0,896	1,192	0,924
Moyenne ($\bar{X}$)	1,015 ± 0,017	0,865 ± 0,048	1,100 ± 0,037	0,872 ± 0,057
Différence en faveur de l'ensilage	$\bar{X}_A - \bar{X}_B = 1,015 - 0,865 = 0,150$ soit 17,7 ‰		$\bar{X}_A - \bar{X}_B = 1,100 - 0,872 = 0,228$ soit 26,1 ‰	
Signification statistique de la différence	$t = 2,953$; $0,02 > P > 0,01$		$t = 3,357$; $P < 0,01$	
b) EXPÉRIENCE 2 <i>Période c</i> Rapport interpériodique	Groupe A	Groupe B	Groupe A	Groupe B
	$\frac{c \text{ (betteraves)}}{b \text{ (ensilage)}}$	$\frac{c \text{ (ensilage)}}{b \text{ (betteraves)}}$	$\frac{c \text{ (betteraves)}}{b \text{ (betteraves)}}$	$\frac{c \text{ (ensilage)}}{b \text{ (betteraves)}}$
N° d'ordre des sujets				
1	0,951	0,943	0,964	1,022
2	0,801	0,960	0,795	1,119
3	0,903	0,875	0,889	1,013
4	0,856	1,023	0,844	1,155
5	0,998	1,281	0,915	1,410
6	0,935	1,121	0,866	1,175
7	0,861	1,000	0,785	1,131
Moyenne ($\bar{X}$)	0,903 ± 0,026	1,003 ± 0,051	0,876 ± 0,025	1,119 ± 0,051
Différence en faveur de l'ensilage	$\bar{X}_B - \bar{X}_A = 1,003 - 0,903 = 0,100$ soit 11,1 ‰		$\bar{X}_B - \bar{X}_A = 1,119 - 0,876 = 0,243$ soit 26,7 ‰	
Signification statistique de la différence	$t = 1,79$; $0,1 > P > 0,05$		$t = 4,287$; $P < 0,01$	

L'interprétation de données recueillies, au moyen de la technique de « périodes successives », nous permettra de dégager les différences constatées, de toute influence due à l'avancement de la lactation.

4° Interprétation des résultats par la méthode de périodes successives

Il a déjà été dit précédemment qu'on peut calculer la régression journalière naturelle des activités mammaires, à partir des productions enregistrées sous l'effet du régime de référence (betteraves), en utilisant l'ajustement exponentiel pour la sécrétion lactée et l'ajustement linéaire pour la matière grasse. En intrapolant (pour le groupe A) ou en extrapolant (pour le groupe B), il est possible de déterminer à l'aide de cette chute, les productions théoriques de lait et de matières grasses qu'il nous aurait été donné d'observer durant les périodes à régime expérimental (ensilage), si les conditions de nutrition ne s'étaient pas trouvées entre temps modifiées par la substitution de ce dernier régime à celui de référence.

Nous rapportons ci-dessous les équations de régression ainsi calculées pour chacune des vaches, et servant au tracé des courbes théoriques de production. Dans ces équations, la variable y exprime la production en kg pour le lait et en g pour la matière grasse, et la variable x le temps en jours.

N° d'ordre du sujet	Sécrétion lactée <i>Equation exponentielle</i>	Sécrétion lipidique <i>Equation linéaire</i>
<i>Groupe A</i>		
1	$y = 25,73 \cdot 10^{-0,00016 x}$	$y = 941,3 + 0,75 x$
2	$y = 14,96 \cdot 10^{-0,00256 x}$	$y = 633,3 - 2,69 x$
3	$y = 12,42 \cdot 10^{-0,00095 x}$	$y = 511,7 + 0,26 x$
4	$y = 9,75 \cdot 10^{-0,00146 x}$	$y = 470,0 - 1,21 x$
5	$y = 7,91 \cdot 10^{-0,00022 x}$	$y = 367,7 + 0,83 x$
6	$y = 7,42 \cdot 10^{-0,00046 x}$	$y = 321,7 + 0,02 x$
7	$y = 11,14 \cdot 10^{-0,00095 x}$	$y = 463,0 - 0,53 x$
Ensemble du groupe	$y = 12,74 \cdot 10^{-0,00084 x}$	$y = 530,0 - 0,37 x$
<i>Groupe B</i>		
1	$y = 21,30 \cdot 10^{-0,00252 x}$	$y = 829,3 - 4,27 x$
2	$y = 16,81 \cdot 10^{-0,00348 x}$	$y = 714,5 - 4,86 x$
3	$y = 14,25 \cdot 10^{-0,00608 x}$	$y = 562,0 - 5,75 x$
4	$y = 9,17 \cdot 10^{-0,00064 x}$	$y = 370,2 + 0,07 x$
5	$y = 5,96 \cdot 10^{-0,00271 x}$	$y = 287,0 - 1,13 x$
6	$y = 6,40 \cdot 10^{-0,00239 x}$	$y = 314,5 - 0,95 x$
7	$y = 15,44 \cdot 10^{-0,00204 x}$	$y = 594,4 - 2,28 x$
Ensemble du groupe	$y = 12,59 \cdot 10^{-0,00252 x}$	$y = 524,4 - 2,72 x$
<i>Test de linéarité</i>		
	S^2_D	S^2_I
Groupe A	0,916	35,58
Groupe B	0,878	17,81
	S^2_D	S^2_I
	1 877,6	40 382,0
	2 607,4	25 277,0

Les données théoriques (t) calculées à l'aide de ces équations et celles réellement observées (r) au cours des périodes à régime expérimental, figurent ci-après :

TABLEAU V a

Comparaison entre les productions théoriques (t) et réelles (r)

Période : Régime : N° d'ordre du sujet	Sécrétion lactée							
	<i>a</i> Betteraves		<i>b</i> Ensilage			Coefficients de persistance		
	a_t (kg)	a_r (kg)	b_t (kg)	b_r (kg)	Diff. $\pm$ $b_r - b_t$ (kg)	$\frac{b_t}{a_t}$	$\frac{b_r}{a_t}$	Différ. $\pm$ $\frac{b_r}{a_t} - \frac{b_t}{a_t}$
<i>Groupe A</i>								
1	25,60	25,60	25,38	26,47	+ 1,09	0,991	1,033	+ 0,042
2	14,07	14,05	12,07	13,00	+ 0,93	0,858	0,924	+ 0,066
3	12,04	12,14	11,01	12,06	+ 0,45	0,954	0,999	+ 0,045
4	9,42	9,44	8,63	9,33	+ 0,70	0,916	0,991	+ 0,077
5	7,95	7,92	8,07	8,27	+ 0,20	1,017	1,040	+ 0,023
6	7,33	7,32	7,14	7,45	+ 0,31	0,974	1,016	+ 0,042
7	10,88	10,81	10,28	11,15	+ 0,87	0,940	1,023	+ 0,083
<i>Groupe B</i>								
1	17,25	17,42	14,87	16,40	+ 1,53	0,862	0,951	+ 0,089
2	12,57	12,76	10,24	12,24	+ 2,00	0,815	0,974	+ 0,159
3	8,59	8,56	6,00	7,50	+ 1,50	0,699	0,873	+ 0,174
4	9,68	9,88	10,05	10,10	+ 0,05	1,038	1,043	+ 0,005
5	4,75	4,77	4,05	6,11	+ 2,06	0,852	1,286	+ 0,434
6	5,24	5,27	4,55	5,87	+ 1,32	0,869	1,122	+ 0,253
7	13,02	13,10	11,55	13,10	+ 1,55	0,886	1,006	+ 0,120
Moyenne générale					+ 1,04	$\pm$ 0,905 $\pm$ 0,025	1,020 $\pm$ 0,027	+ 0,115 $\pm$ 0,031 soit + 12,7 %

Signification statistique de la différence $\frac{b_r}{a_t} - \frac{b_t}{a_t}$

$$t = 3,418 \quad P < 0,01$$

Connaissant les quantités théoriques de lait et de matières grasses, il est également possible de calculer le taux lipidique théorique de la sécrétion lactée et de le comparer au taux réellement observé.

La comparaison fait ressortir que l'ensilage a permis de maintenir en moyenne les sécrétions mammaires à un niveau de + 12,7 % pour le lait et de + 23,9 % pour les matières grasses, au-dessus de ce qu'il aurait été possible d'obtenir avec une consommation de betteraves. Les quantités journalières produites ainsi en supplément atteignent 1,04 kg

TABLEAU V b
Comparaison entre les productions théoriques (t) et réelles (r)

Période : Régime : N° d'ordre du sujet	Sécrétion lipidique totale							
	a Betteraves		b Ensilage			Coefficients de persistance		
	a_t (g)	a_r (g)	b_t (g)	b_r (g)	Diff. $\pm$ $b_r - b_t$ (g)	$\frac{b_t}{a_t}$	$\frac{b_r}{a_t}$	Différ. $\pm$ $\frac{b_r}{a_t} - \frac{b_t}{a_t}$
<i>Groupe A</i>								
1	949	942	968	1 028	+ 60	1,020	1,083	+ 0,063
2	605	598	535	577	+ 42	0,884	0,954	+ 0,070
3	514	514	521	589	+ 68	1,014	1,130	+ 0,116
4	457	459	426	460	+ 34	0,932	1,007	+ 0,075
5	376	380	403	457	+ 54	1,072	1,215	+ 0,143
6	322	315	321	374	+ 53	1,000	1,115	+ 0,115
7	457	458	444	546	+ 102	0,972	1,196	+ 0,224
<i>Groupe B</i>								
1	673	685	564	700	+ 136	0,836	1,041	+ 0,205
2	537	544	413	609	+ 196	0,769	1,135	+ 0,366
3	352	349	205	354	+ 149	0,582	1,006	+ 0,424
4	373	378	375	436	+ 61	1,005	1,169	+ 0,164
5	246	246	217	347	+ 130	0,882	1,411	+ 0,529
6	280	282	256	331	+ 75	0,914	1,172	+ 0,258
7	511	517	453	585	+ 132	0,886	1,144	+ 0,258
Moyenne générale.....					+ 92,3	$\pm$ 0,912 $\pm$ 0,035	$\pm$ 1,130 $\pm$ 0,031	+ 0,218 $\pm$ 0,036 soit + 23,9 %

Signification statistique de la différence $\frac{b_r}{a_t} - \frac{b_t}{a_t}$
 $t = 4,850 \quad P < 0,01$

TABLEAU V c
Comparaison des taux lipidiques théoriques (t) et réels (r)
des laits individuels

	N° d'ordre du sujet	Taux lipidique (t) ‰	Taux lipidique (r) ‰	Ecart (r-t)
<i>Groupe A :</i>				
1		38,1	40,3	+ 2,2
2		44,3	44,4	+ 0,1
3		44,9	48,9	+ 4,0
4		49,5	49,3	- 0,2
5		49,9	55,3	+ 5,4
6		45,0	50,2	+ 5,2
7		44,4	49,0	+ 4,6
<i>Groupe B :</i>				
1		37,9	42,7	+ 4,8
2		41,3	49,6	+ 8,3
3		34,2	47,2	+ 13,0
4		37,3	43,3	+ 6,0
5		53,7	56,8	+ 3,1
6		56,3	56,4	+ 0,1
7		39,2	44,6	+ 5,4
Moyenne		44,0	48,4	+ 4,4

de lait et 92,3 g de matières grasses par vache et par jour. La richesse lipidique de la sécrétion lactée s'est elle-même accrue de 4,4 g, soit environ 10 %.

C. — Discussion des résultats

Nous avons signalé, en étudiant les données de nutrition générale se rapportant à la vache en lactation (voir première et deuxième parties de notre exposé), que la glande mammaire en activité manifeste une sensibilité particulière à trois sortes de facteurs d'origine alimentaire, qui sont notamment : les apports d'énergie, de protéines et de matières grasses.

L'analyse approfondie des conditions de nutrition de notre essai (se référer au tableau III de la partie annexe) pourrait nous instruire sur la nature des facteurs susceptibles d'être à l'origine de l'effet provoqué par l'absorption d'ensilage.

1° Apport d'énergie

Une influence d'origine énergétique peut-elle expliquer la supériorité de l'ensilage ?

L'énergie métabolisable des ingesta individuels dépassait systématiquement les besoins théoriques calculés d'après les normes (voir tableau VI). Cet excédent constituait un volant de sécurité destiné à faire face à une insuffisance énergétique, pouvant se produire en cas d'un accroissement imprévu des productions.

TABLEAU VI

Comparaison entre les besoins théoriques d'énergie et l'énergie des ingesta

Périodes : Régime à base de	a betteraves			b ensilage			c betteraves		
<i>Groupe A</i> Energie métabolisable en calories	théo- rique	ingérée	ingérée en $\pm$ % de la théorie	théo- rique	ingérée	ingérée en $\pm$ % de la théorie	théo- rique	ingérée	ingérée en $\pm$ % de la théorie
	28 895	32 332	+ 11,9	30 013	31 604	+ 5,3	28 246	29 146	+ 3,2
<i>Groupe B</i> Régime à base de Energie métabolisable en calories	betteraves			betteraves			ensilage		
	28 054	31 273	+ 11,5	26 614	30 632	+ 15,1	27 516	28 246	+ 2,4

Dans la mesure où nos méthodes d'évaluation énergétique des aliments sont correctes, il est permis d'affirmer que l'énergie théoriquement

disponible pendant la période *b* devait permettre au groupe témoin (B) de sécréter 3 kg supplémentaires de lait à 4 % de matière grasse. Celle du groupe expérimental (A) suffisait également à couvrir les dépenses que nécessite l'élaboration d'un kg de lait, en sus de la quantité observée.

Lors de la période *c*, le groupe A, revenu au régime de référence, aurait encore pu procurer théoriquement une production supplémentaire d'un kg de lait.

Or, parallèlement à une baisse sensible des sécrétions mammaires sous l'effet du régime de référence et à une augmentation provoquée par la consommation d'ensilage, on enregistre un accroissement net du poids vif corporel des animaux (voir fig. 4 ci-après et tableau V de la partie annexe).

Ceci semble indiquer que la glande mammaire s'est, dans tous les cas, trouvée en présence des quantités d'énergie dépassant largement ses possibilités de transformation et que, par conséquent, le facteur d'apport d'énergie ne pouvait favoriser davantage l'activité mammaire des vaches alimentées, soit avec de l'ensilage, soit avec des betteraves.

2° Apport de protides

La comparaison (tableau VII) entre les besoins protéiques théoriques et les quantités de protéines digestibles présentes dans les rations alimentaires, montre également que l'intervention de ce facteur dans l'effet stimulant produit par l'ensilage sur l'activité lipogénétique de la glande mammaire, ne peut être retenue. Les apports de matières protéiques dépassaient, dans les deux régimes, les besoins théoriques. L'excès était toutefois moindre chez les sujets mis au régime expérimental.

TABLEAU VII

Périodes : Régime :	Groupe A			Groupe B		
	a Betteraves	b Ensilage	c Betteraves	a Betteraves	b Betteraves	c Ensilage
Besoins théoriques en protéines (g).....	1070	1164	1073	1064	978	1012
Protéines digestibles des ingesta (g).....	1128	1191	1192	1054	1139	990
Ingéré en $\pm$ de la théorie	+ 58	+ 27	+ 119	— 10	+ 161	— 22

3° Apport de lipides alimentaires

Se référant au tableau II des ingesta (voir partie annexe), on constate que, pendant la période *a* de préexpérience où tous les sujets étaient soumis au régime de référence, la quantité de lipides digestibles ingérés était de 336 g pour le groupe A et de 311 g pour le groupe B, soit respectivement 0,50 et 0,46 g par kg de poids vif et par jour. Ces doses représentent, comme nous l'avons dit ailleurs, le seuil minimum indispensable au maintien de l'activité lipogénétique de la mamelle. Lors des périodes suivantes, les quantités de lipides présentes dans les régimes étaient plutôt inférieures à ce seuil.

TABLEAU VIII

Lipides présents dans les ingesta

Périodes : Régime :	Groupe A			Groupe B		
	a Betteraves	b Ensilage	c Betteraves	a Betteraves	b Betteraves	c Ensilage
Lipides digest. totaux ingérés par jour (g)....	336	373	203	311	280	258
G. de lipides digestibles ingérés par kg de poids vif.	0,50	0,54	0,30	0,46	0,40	0,37
Lipides digestibles % de matière sèche ingérée.	2,64	2,56	1,67	2,52	2,33	1,91

Quoique les apports relatifs de lipides digestibles exprimés en % de la matière sèche paraissent généralement comparables dans les groupes, les données absolues dénotent pourtant des carences lipidiques incontables, surtout au cours de la période *c*. Théoriquement, ces carences auraient dû se manifester par une chute sensible des sécrétions mammaires au cours de cette dernière période. Or, si nous enregistrons effectivement un tel phénomène dans le groupe A, soumis au régime de référence, nous n'observons rien de comparable dans le groupe B nourri avec de l'ensilage. Malgré un apport lipidique plus faible qu'au cours de la période à régime de référence, ce groupe a produit plus de lait et plus de matière grasse. La responsabilité de ce phénomène ne peut donc, en toute évidence, être imputée à une intervention d'origine lipidique. Une influence de cette nature paraît d'autant plus exclue que les données ci-contre font ressortir que le taux de lipides dans la matière sèche des régimes expérimentaux était inférieur à celui des régimes de référence qui les précédaient. La mise en parallèle des différences entre ces taux, d'une part, et les écarts observés dans les sécrétions de matières grasses d'autre part, démontrent effectivement l'absence totale de rapport positif entre les deux phénomènes :

N° d'ordre des sujets	Différence $\pm$ entre lipides % de matière sèche ingé- rée lors de la période à ensilage et lipides % de M. S. ingérée durant la période de référence qui l'a précé- dée (d'après tableau II annexe)	Ecarts % $\pm$ entre les matières grasses récol- tées au cours de la pé- riode à ensilage et celle obtenue lors de la pé- riode de référence qui l'a précédée (d'après tableau III)
<i>Groupe A :</i>		
1	— 0,26	+ 9,1
2	— 0,33	— 3,6
3	+ 0,18	+ 11,4
4	+ 0,19	0,0
5	— 0,45	+ 20,0
6	+ 0,10	+ 18,7
7	— 0,02	+ 19,1
<i>Groupe B :</i>		
1	— 0,79	+ 2,1
2	— 0,62	+ 11,2
3	— 0,54	+ 1,7
4	— 0,41	+ 15,6
5	+ 0,08	+ 41,0
6	— 0,01	+ 17,2
7	— 0,52	+ 13,0

Il semblerait même que ce sont les sujets dont le taux lipidique du régime a baissé le plus, durant les périodes à ensilage, qui ont réagi davantage par un accroissement de l'activité lipogénétique.

On pourrait nous reprocher de ne pas avoir cherché à équilibrer mieux l'apport lipidique des périodes déficitaires, selon les indications des normes. Nous ne l'avons pas fait, par crainte de masquer les réactions.

Nous ne croyons donc pas nous tromper en concluant que l'explica-

tion de l'effet stimulant exercé par l'ensilage sur les activités mammaires doit être recherchée ailleurs que dans l'influence des facteurs de nutrition que nous venons d'analyser.

4° Apport d'acides gras volatils

Reste en dernier ressort le fait que l'ensilage, introduit dans le régime expérimental, renfermait des quantités importantes d'acides acétique et butyrique. Les animaux du groupe A ingéraient quotidiennement, pendant la période *b*, 499 g du premier et 351 g du second de ces acides. Au cours de la période *c*, les vaches du groupe B absorbaient respectivement 464 g et 333 g.

Doit-on supposer l'existence d'une relation causale entre la présence de ces substances dans le régime expérimental et l'effet stimulant observé sur la lipogénèse ? Les théories récentes concernant la participation des acides gras volatils à la synthèse lipidique de la mamelle du ruminant exposées antérieurement, permettent d'envisager une telle hypothèse, dont la vérification expérimentale nous paraissait digne d'intérêt.

CHAPITRE II

PARTICIPATION DES ACIDES ACÉTIQUE ET BUTYRIQUE A LA LIPOGÉNÈSE CHEZ LA VACHE

A. — Destinée métabolique des acides organiques

L'ensilage apporte dans le régime alimentaire des acides : acétique butyrique et lactique. Quelle est la destinée de ces acides, une fois intégrés dans l'économie générale de l'organisme ? Leur utilisation métabolique ne fait pas de doute. Chez le ruminant, en particulier, les acides organiques formés en très grosse quantité dans le tube digestif ne sont éliminés que dans de très faibles doses dans les fèces (34). Tandis que les uns supposent que ces substances sont brûlées et procurent de l'énergie à l'organisme, d'autres attribuent à certains d'entre ces corps un rôle dans l'anabolisme lipidique.

1° Utilisation à des fins énergétiques

Des preuves démontrant une telle utilisation sont nombreuses :

a) *Cas de l'acide lactique.* — ZUNTZ et MERING (36) injectant à des lapins en état d'inanition, du lactate de sodium, constatent que l'acide lactique est immédiatement et totalement oxydé, sans entraîner des varia-

tions dans la consommation d'oxygène. Cet acide peut donc se substituer aux graisses corporelles pour procurer de l'énergie thermique à l'organisme.

b) *Cas de l'acide butyrique.* — Une observation analogue a pu être faite pour le butyrate de sodium (19) ; elle démontre que ce corps peut remplacer, sur une base isodynamique, la graisse corporelle lors des échanges énergétiques.

c) *Cas de l'acide acétique.* — L'injection d'acide acétique ne semble par contre pas exciter les échanges respiratoires et ne paraît pas pouvoir remplacer des quantités isodynamiées de graisses dans l'organisme (14). Cette substance, semble, par conséquent, constituer une exception à la règle stipulant, que les substitutions de principes nutritifs, dans une ration d'entretien, se font selon leur teneur en énergie utile (11).

2° Utilisation à des fins lipogénétiques

a) *Cas de l'acide lactique et des autres acides organiques à l'exception des acides gras volatils.* — KELLNER (11) s'est préoccupé de savoir si des graisses de structure complexe peuvent être synthétisées dans l'organisme, à partir d'acides organiques à structure simplifiée. Il a étudié la question sur le mouton et a pu ainsi constater qu'un régime alimentaire comportant 10 g de lactate de calcium et 36 g d'acide lactique libre, procure la formation d'un dépôt de 104,2 g de graisse corporelle, tandis que le même régime dont l'acide lactique et le lactate sont absents, produit 103,1 g de graisse.

Une observation analogue est rapportée par ce même auteur en ce qui concerne les acides malique, tartrique et oxalique, qui chez le ruminant paraissent surtout fournir de l'énergie thermique, dont cette espèce animale ne manque guère dans les conditions de vie normales.

SHAW (26) croit que, chez la vache, ni l'acide lactique, ni le pyruvate sanguin ne sont utilisés par la glande mammaire en activité.

La probabilité d'une participation directe de l'acide lactique ingéré avec l'ensilage à un processus de synthèse lipidique dans l'organisme, paraît donc exclue.

b) *Cas des acides gras à courte chaîne.* — L'utilisation de l'acide acéto-acétique par la mamelle ne paraît pas possible, même chez des vaches en lactation souffrant d'acétonémie (27, 28).

Certains auteurs signalent une rétention assez importante d'acide β -hydroxybutyrique par le pis de ruminant en lactation (28, 29). D'autres (8) ne croient pas que cette substance puisse servir de source de formation de matières grasses de lait, du fait que la proportion d'acides gras à courte chaîne décroît dans le lait de vaches souffrant d'acétonémie, tandis que l'assimilation de l'acide β -hydroxybutyrique tend à s'accroître. Les

résultats des recherches plus récentes, dont nous parlerons par la suite, incitent pourtant à supposer le contraire.

Les preuves expérimentales accumulées au sujet des acides acétique et butyrique rendent, par contre, la supposition de la participation de ces substances à la lipogénèse mammaire plus attrayante.

Selon FOLLEY (8), il est vraisemblable que l'acétate serve de source énergétique pour la glande mammaire de ruminant ; sa participation à la synthèse lipidique est également plausible.

Une première tentative de MALPRESS et FOLLEY (15), qui injectent 50 cc d'acétate de sodium neutralisé dans la veine mammaire, aboutit à un échec. Des injections semblables effectuées avec des substances susceptibles d'être considérées comme précurseurs de la matière grasse de lait (acide oléique, glucose, acétate et butyrate) restent également sans effet. Une seule réaction positive, qui n'a pas pu être reproduite une seconde fois, a cependant été constatée avec le butyrate (16).

Les travaux de FOLLEY et FRENCH, et ceux de MC CLYMONT et de REID (voir première partie de ce travail), ont contribué depuis à renforcer l'idée que, chez le ruminant, l'acétate peut servir de métabolite intermédiaire pour le travail lipogénétique de la glande mammaire.

Selon FOLLEY, la vitesse de la synthèse lipidique à partir d'acétate serait même très appréciable (8). Cet auteur émet l'hypothèse que, pour chaque molécule de substance oxydée, une autre est transformée en matière grasse (formation d'acide butyrique). Le type de réaction chimique, valable pour le cas où le Q. R. atteint 1,3, pourrait être de :

En dehors de ces recherches de physiologie pure, deux expériences directes de nutrition permettent également de supposer l'utilisation probable des acides gras volatils pour l'élaboration de matières grasses de lait de ruminant.

PAASCH (21) a observé jadis, lors d'une substitution partielle de l'azote protéique d'arachide par celui non protéique d'acétate d'ammonium, une augmentation sensible des quantités totales de matières grasses sécrétées par des chèvres, sans que la composition générale du lait soit modifiée. Il en a conclu que l'acétate d'ammonium exerce une action excitante sur la mamelle et que son utilisation, en tant que source alimentaire d'azote, pouvait être envisagée. Notons cependant que le phénomène observé aurait pu être provoqué par l'acide acétique ingéré avec ce sel, ce que l'auteur ne pouvait pas supposer à l'époque.

POWELL (24), antérieurement aux découvertes de FOLLEY, montre chez la vache, que lorsque la ration journalière de foin est réduite tandis que le concentré est distribué en abondance, la production de matière grasse de lait diminue d'une façon très nette. Mais si, avec cette même

ration de fourrage, on distribue le même concentré, soumis préalablement à une fermentation soit seul, soit additionné de contenu de rumen d'animaux normalement nourris et venant d'être abattus, la matière grasse du lait augmente légèrement. Ni l'acide butyrique, ni le sucre ne produisent un effet semblable.

Les acides acétique et propionique n'ont pas été essayés.

Les deux dernières expériences de nutrition citées au cours de cette revue bibliographique, nous ont fait présumer qu'une ingestion d'acides gras volatils inclus dans un régime alimentaire, était susceptible d'exercer une action au niveau de la glande mammaire et qu'elle pourrait être en rapport avec les phénomènes remarqués au cours de notre premier essai avec l'ensilage.

Cette idée a constitué l'hypothèse de travail de notre nouvelle expérience, destinée à observer si l'incorporation d'acides acétique et butyrique au régime de référence stimule l'activité lipogénétique de la mamelle de vache au même degré que celle d'ensilage.

B. — Influence de l'apport alimentaire d'acides acétique et butyrique sur les activités sécrétionnelles de la mamelle (Essai II — Février-Avril 1950)

Douze vaches de race normande, appartenant au troupeau ayant déjà servi lors du précédent essai, ont été préparées pour l'expérience. Nous avons observé, pendant 63 jours, les effets produits sur l'activité mammaire par un régime de référence et par ce même régime enrichi en acides acétique et butyrique, apportés sous forme de sels de calcium ou à l'aide d'ensilage, naturellement riche en ces substances.

1° La technique expérimentale

L'expérience a été exécutée selon la méthode de groupes comparables. Les animaux ont été répartis en 3 groupes semblables (A, B et C), comprenant 4 sujets chacun, de manière à respecter au maximum les conditions de comparabilité qu'exige l'application de cette méthode (voir composition détaillée des groupes, tableau VI à l'annexe). L'un de ces lots, le groupe B notamment, nous servait de témoin pendant toute la durée de l'essai.

L'expérience a comporté deux périodes : une de préexpérience *a* d'une durée de 21 jours, et une autre d'expérience *b* de 38 jours, séparées entre elles par 4 jours d'adaptation. Nous avons pensé qu'il était préférable de prolonger suffisamment la période expérimentale, afin de savoir si les réactions observées étaient seulement temporaires ou bien persis-

taient. Il nous a, de ce fait, été impossible de procéder à une post-expérience.

La succession des régimes alimentaires au cours de l'expérience se présentait comme suit, dans les divers groupes :

	Préexpérience période <i>a</i>	Expérience période <i>b</i>
Durée des périodes (en jours).....	21	38
Groupe A.....	Régime de référence à base de betteraves	Régime de référence à base de betteraves + acétate de Ca + butyrate de Ca
Groupe B.....	Régime de référence à base de betteraves	Régime de référence à base de betteraves
Groupe C.....	Régime de référence à base de betteraves	Régime de référence, dans lequel l'ensilage a été substitué aux betteraves.

Lors de la préexpérience, tous les groupes ont donc reçu le régime de référence. Ce régime a continué à être distribué, sans modification, pendant la période expérimentale aux bêtes du groupe B servant de témoin. Durant cette même période, les acides acétique et butyrique ont été incorporés au régime de référence sous forme de sels de calcium et ingérés par le groupe A, tandis que le groupe C a reçu ces mêmes acides préformés dans l'ensilage, lequel remplaçait les betteraves du régime témoin.

2° Les régimes alimentaires

Le principe général de normalisation des régimes adopté pour nos recherches a été respecté.

a) *Le régime de référence* était rigoureusement le même que celui utilisé au cours du précédent essai. Les quantités de betteraves et de foin distribuées aux animaux étaient sensiblement les mêmes. Les compléments concentrés fabriqués à partir des mêmes aliments, servaient à couvrir les dépenses énergétiques et protéiques, calculées selon les normes alimentaires.

Cependant, afin de rendre ce régime encore plus comparable à celui enrichi en acétate et butyrate de calcium, nous avons incorporé dans les rations individuelles journalières, 250 g de CaCO_3 dosant 38,4 % de Ca, destinés à compenser la quantité de calcium présente dans les substances synthétiques.

b) *Le régime de référence enrichi en acides acétique et butyrique sous forme de sels de calcium*, différait du précédent par la seule incorporation de ces substances dans les rations journalières consommées par les bêtes du groupe A pendant la période d'expérience *b*. Les quantités distribuées étaient calculées sur la base d'un rapport moléculaire sensiblement voisin de celui existant entre les deux acides formés naturellement dans l'ensilage utilisé, soit 237 g d'acétate et 214 g de butyrate de calcium ; ce qui correspond à une ingestion quotidienne de 174 g d'acide acétique et de 153 g d'acide butyrique, soit à peine la moitié de doses d'acides apportées

par l'ensilage introduit dans le régime du groupe C. Nous n'avons pas tenu à distribuer davantage de sels synthétiques, craignant que trop de calcium n'occasionne des troubles physiologiques chez nos animaux d'expérience.

c) *Le régime de référence enrichi en acides acétique et butyrique naturels sous forme d'ensilage*, comportait toutes conditions égales par ailleurs, 45 kg d'ensilage mixte de pulpes et de collets de betteraves sucrières, conservées en silo par tassement depuis 3 mois environ, et remplaçant, poids pour poids, les betteraves du régime de référence.

Les doses moyennes d'acide acétique ingérées journalièrement pendant la période expérimentale *b* par les vaches du groupe C atteignaient 393 g, et celles d'acide butyrique 339 g.

Il n'a pas été incorporé de CaCO_3 dans le régime à ensilage, dont la teneur en cet élément était comparable à celle du régime de référence.

Les résultats d'analyse des aliments, ainsi que les détails concernant les ingesta individuels des animaux en cours d'expérience, sont rapportés dans les tableaux VII et VIII (voir partie annexe).

3° Résultats

a) *Mesure des sécrétions mammaires.* — Les sécrétions lactées et lipidiques individuelles ont été déterminées journalièrement pendant toute la durée de l'essai. Les données se rapportant aux productions quotidiennes moyennes de lait et de matière grasse des groupes, figurent respectivement dans les tableaux IX *a* et IX *b* (voir partie annexe).

Dans le tableau IX ci-contre, nous présentons les moyennes journalières périodiques des productions individuelles, observées pendant l'expérience.

TABLEAU IX

Moyennes journalières périodiques des sécrétions individuelles

Période Régime Groupe A N° d'ordre du sujet		1° Sécrétion lactée kg.		2° Richesse lipidique moyenne ‰		3° Sécrétion lipidique totale g.	
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
N° d'ordre du sujet	Nom de la vache	Betteraves	Betteraves + acétate + butyrate de Ca	Betteraves	Betteraves + acétate + butyrate de Ca	Betteraves	Betteraves + acétate + butyrate de Ca
1	Ora. . .	11,40	10,40	44,5	44,2	507	460
2	Oran. . .	12,55	13,00	49,1	45,6	617	593
3	Esp. . .	23,71	19,55	41,1	41,3	972	808
4	Pato. . .	10,10	9,81	46,8	48,9	473	480
Moyenne générale.		14,44	13,19	44,3	44,4	642	585

Période Régime	1° Sécrétion lactée kg.		2° Richesse lipidique moyenne ‰		3° Sécrétion lipidique totale g.	
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
	Betteraves	Betteraves	Betteraves	Betteraves	Betteraves	Betteraves
<i>Groupe B</i>						
1 Hum. .	14,86	11,69	43,5	42,5	646	491
2 Ody. .	16,15	12,00	42,2	39,4	682	494
3 Not. .	13,22	10,26	44,7	44,3	593	453
4 Ope. .	15,85	11,98	45,6	46,4	723	555
Moyenne générale.	15,02	11,48	44,0	43,4	661	498

Période Régime	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
	Betteraves	Ensilage en subst. de betteraves	Betteraves	Ensilage en subst. de betteraves	Betteraves	Ensilage en subst. de betteraves
<i>Groupe C</i>						
1 Orn.	16,51	13,31	53,9	44,7	890	597
2 Pati.	17,57	15,25	42,6	44,3	748	685
3 Omb.	12,85	11,97	47,3	48,4	608	579
4 Nei.	12,82	12,45	44,6	47,0	573	585
Moyenne générale.	14,94	13,25	47,1	46,2	705	611

b) *Variations du poids vif des sujets.* — La pesée fréquente des animaux nous a permis de calculer les poids vifs individuels périodiques correspondants, résumés dans le tableau X que voici, tandis que les moyennes de pesées concernant les groupes figurent dans le tableau X de la partie annexe.

TABLEAU X
Poids vif corporel moyen périodique des vaches (kg)

N° d'ordre du sujet	Groupe A		Groupe B		Groupe C	
	Per. a	Per. b	Per. a	Per. b	Per. a	Per. b
1	648,7	673,8	773,6	764,6	628,1	617,6
2	658,3	657,8	731,9	728,4	662,2	671,7
3	741,4	703,9	689,6	706,3	683,8	706,8
4	679,4	680,0	597,6	613,4	687,6	710,4
Moyenne générale ...	682,0 ± 7,1	678,9 ± 2,8	698,2 ± 12,7	703,2 ± 7,9	665,4 ± 5,5	676,6 ± 5,5

C. — Interprétation des résultats

1° Allure générale du phénomène

La représentation graphique des variations subies par les productions mammaires des groupes (voir fig. 5, 6 et 7) fait ressortir que, pen-

Variation de la Sécrétion Lactée Essai II

Variation de la Sécration Lipidique Totale
Essai II

Variation du Taux Lipidique de la Sécrétion Lactée

Essai II

dant la préexpérimentation *a*, l'activité mammaire évoluait sensiblement de la même manière dans les trois groupes. Par suite du changement de régime intervenu à partir de la période *b*, les sécrétions mammaires du groupe A ingérant de l'acétate et du butyrate de calcium, et du groupe C consommant de l'ensilage, se maintiennent sensiblement à un même niveau. L'administration d'acides gras volatils, quelle que soit leur origine, paraît avoir enrayé nettement les chutes de l'activité mammaire amorcées vers la fin de la préexpérimentation. Par contre, la production du groupe B, soumis continuellement au régime de référence dépourvu d'acides gras volatils, s'abaisse progressivement au cours de la période *b* et atteint un niveau bien inférieur à celui des deux autres groupes.

La comparaison entre les valeurs absolues des périodes *a* et *b* montre que, dans le groupe A, les productions moyennes journalières de la seconde période sont en diminution de 1,25 kg de lait et de 57 g de matières grasses totales par sujet. Ceci correspond à une chute relative de l'activité mammaire de 6,4 % et de 7,1 %.

Dans le groupe de contrôle B, la baisse journalière moyenne atteint, pendant cette même période, 3,54 kg de lait soit 23,8 %, et 163 g de matières grasses représentant 24,6 % de la sécrétion lipidique totale. Dans le groupe C, nourri avec de l'ensilage, les chutes de production observées sont de 1,69 kg soit 10,65 % pour le lait, et de 92,3 g soit 11 % pour la matière grasse totale (tableaux IX et XI).

2° Réactions individuelles

Les écarts relatifs observés entre les moyennes périodiques de production individuelle, démontrent également que l'ingestion de régimes analogues par la présence d'acides gras volatils provoque des réactions sensiblement comparables. L'analogie de l'effet produit par la consommation d'ensilage et par l'absorption du mélange d'acétate et de butyrate de calcium, est particulièrement frappante.

Faisons remarquer que le sujet n° 1 du groupe C souffrait, dès le commencement de la période *b*, d'une vaginite persistante. Sa production journalière, qui était encore, au début de la maladie, de 16,8 kg de lait et de 832 g de matières grasses (semaine du 22/2 au 28/2), est descendue la semaine suivante à 14,1 kg et 626 g pour n'être plus, à la fin de la période, que de 10,2 kg et 470 g (semaine du 1/4 au 7/4). Cette chute brutale de la production était accompagnée d'une très forte diminution de la richesse lipidique de la sécrétion lactée.

Ceci explique le résultat moins favorable du groupe nourri avec de l'ensilage. Si on élimine les données correspondantes à ce sujet, les écarts relatifs pour le groupe en question ne sont plus que de — 7,63 % pour le

TABLEAU XI

Ecarts % entre les productions moyennes périodiques individuelles

Régime	Groupe A		Groupe B		Groupe C	
	Betteraves + acétate + butyrate de Ca		Betteraves		Substitution d'ensilage aux betteraves	
	$\frac{(b-a)}{a} \cdot 100$		$\frac{(b-a)}{a} \cdot 100$		$\frac{(b-a)}{a} \cdot 100$	
	Lait	M. grasses totales	Lait	M. grasses totales	Lait	M. grasses totales
N° d'ordre du sujet						
1	— 8,8	— 9,3	— 21,6	— 23,9	— 19,7*	— 32,9*
2	+ 3,6	— 3,9	— 25,7	— 27,6	— 13,2	— 8,4
3	— 17,5	— 16,8	— 22,4	— 24,4	— 6,8	— 4,8
4	— 2,9	+ 1,5	— 24,4	— 23,2	— 2,9	+ 2,1
Moyenne générale..	— 6,4	— 7,1	— 23,5	— 24,6	— 10,65	— 11,0
* Moyenne corrigée pour le groupe C, par élimination du sujet 1.					— 7,63	— 3,7

TABLEAU XII

Coefficients de persistance des activités mammaires

Régime Rapport interpériod.	Groupe A		Groupe B		Groupe C	
	Betteraves + acétate + butyrate de Ca		Betteraves		Substitution d'ensilage aux betteraves	
	$\frac{b}{a}$		$\frac{b}{a}$		$\frac{b}{a}$	
	Lait	M. grasses totales	Lait	M. grasses totales	Lait	M. grasses totales
N° d'ordre du sujet						
1	0,912	0,907	0,794	0,761	0,803*	0,671*
2	1,035	0,961	0,743	0,724	0,868	0,916
3	0,825	0,832	0,776	0,764	0,932	0,952
4	0,971	1,015	0,756	0,768	0,971	0,979
Moyenne ($\bar{X}$)....	0,936 ± 0,048	0,929 ± 0,040	0,767 ± 0,012	0,754 ± 0,010	0,893 ± 0,030	0,880 ± 0,075
* Moyenne corrigée pour le groupe C, par élimination du sujet 1.					0,924	0,949

lait et de — 3,7 % pour la matière grasse totale, c'est-à-dire un peu moins élevée pour ce groupe que pour celui ayant ingéré les acides gras volatils synthétiques (A).

3° Interprétation des résultats par la méthode de groupes

Le calcul des coefficients de persistance des activités mammaires individuelles à l'aide des données du tableau IX, permet de chiffrer les différences de production dues à l'influence exercée par les régimes mis en comparaison.

Il résulte du tableau du tableau XII que :

a) Les différences observées entre les niveaux de production du groupe A, ayant reçu le régime enrichi en acétate et en butyrate de calcium, et du groupe B, soumis au régime de référence, sont significativement en faveur du premier de ces régimes.

Différence des niveaux de la sécrétion lactée

$$\begin{aligned} &= \bar{X}_A - \bar{X}_B \\ &= 0,936 - 0,767 \\ &= + 0,169, \text{ soit } + 22,0 \% \\ t &= 3,030; \quad 0,05 > P > 0,02. \end{aligned}$$

Différence des niveaux de la sécrétion lipidique

$$\begin{aligned} &= \bar{X}_A - \bar{X}_B \\ &= 0,929 - 0,764 \\ &= + 0,175, \text{ soit } 22,9 \% \\ t &= 3,763; \quad P < 0,01. \end{aligned}$$

b) Les différences entre les niveaux de production du même groupe B et du groupe C, qui a ingéré de l'ensilage, sont également très significatives et en faveur du second de ces groupes.

Différence des niveaux de la sécrétion lactée

$$\begin{aligned} &= \bar{X}_C - \bar{X}_B \\ &= 0,893 - 0,767 = 0,126, \text{ soit } + 16,4 \% \\ t &= 3,865; \quad P < 0,01. \end{aligned}$$

Différence des niveaux de la sécrétion lipidique

$$\begin{aligned} &= \bar{X}_C - \bar{X}_B \\ &= 0,880 - 0,754 = 0,126, \text{ soit } + 16,7 \% \\ t &= 1,71; \quad 0,02 > P > 0,1. \end{aligned}$$

Si on calcule les différences à l'aide de moyennes corrigées du lot C, on aboutit à + 0,157 pour le lait, soit + 20,4 %, et à 0,195 pour la matière grasse, soit + 25,8 %.

c) Les différences entre les persistances des activités mammaires

des groupes A et C, ayant tous les deux ingéré des acides acétique et butyrique de provenance différente, sont excessivement faibles et dépourvues de toute signification.

Différence non corrigée des niveaux de la sécrétion lactée

$$\begin{aligned} &= \bar{X}_A - \bar{X}_C \\ &= 0,936 \times 0,893 = 0,043, \text{ soit } + 4,9 \%. \end{aligned}$$

Différence non corrigée des niveaux de la sécrétion lipidique

$$\begin{aligned} &= \bar{X}_A - \bar{X}_C \\ &= 0,929 - 0,880 = 0,049, \text{ soit } + 5,6 \%. \end{aligned}$$

Si on effectue le calcul des différences au moyen des données corrigées du groupe C, celles-ci atteignent — 0,005, soit — 0,6 %, pour le lait, et — 0,013, soit — 1,4 %, pour les matières grasses.

Il n'est pas possible, faute de période de post-expérience, de calculer la part qui revient à l'influence de l'état de lactation dans les écarts de production observés.

Les résultats extrêmement voisins de l'essai I et de l'essai II confirment l'action stimulante de l'ensilage. Il apparaît également que l'association d'acides acétique et butyrique de synthèse produit un effet sensiblement analogue. Ni l'ensilage, ni le mélange acéto-butyrique ne semblent avoir modifié le taux lipidique du lait sécrété.

D. — Discussion des résultats

Il est peu vraisemblable que des facteurs d'origine alimentaire autres que la présence d'acides acétique et butyrique dans les régimes A et C aient pu influencer sur les niveaux de production des groupes. Ceci est particulièrement vrai pour les groupes A et B, dont les conditions de nutrition étaient parfaitement identiques tout au long de l'expérience, à l'exception de l'apport de sels de Ca, d'acides acétique et butyrique.

1° Apport d'énergie

Durant la période expérimentale *b*, le groupe A a ingéré + 3,6 % d'énergie métabolisable, en plus de ses besoins théoriques, le groupe B + 4,8 %, et le groupe C + 14,1 %. Toutes les bêtes disposaient par conséquent d'un excédent d'énergie qui, par suite d'une erreur involontaire d'estimation de l'énergie utile contenue dans l'ensilage, était plus élevé dans le groupe C.

On sait que la vache en lactation utilise l'énergie utile de sa ration pour satisfaire d'abord ses besoins d'entretien et, ensuite ceux de la production. Le reliquat d'énergie, s'il en existe, est employé à l'accroissement du poids vif corporel.

En consultant le tableau X et la figure 8, on constate que le poids vif moyen des groupes A et B a progressé de la même façon. La plus grande quantité d'énergie excédentaire ingérée par le groupe C, explique son gain de poids vif plus élevé.

Une insuffisance énergétique ne peut donc pas être invoquée pour expliquer le maintien de l'activité mammaire du groupe B à un niveau inférieur. S'il en avait été ainsi, ce groupe n'aurait pas pu prélever de l'énergie pour augmenter son poids vif. Il est en outre à noter que, dans des conditions énergétiques identiques, le groupe A est parvenu à fournir

une production nettement plus élevée et parfaitement comparable à celle du groupe C.

La supériorité des régimes enrichis en acides gras volatils pour l'activité physiologique de la glande mammaire, ne paraît par conséquent pas avoir pour origine une influence énergétique.

2° Apport de protides

Les quantités de matières protéiques digestibles ingérées en excédent des besoins théoriques sont de + 122 g pour le groupe A, de + 145 g pour le groupe B et de + 165 g pour le groupe C.

La supposition que l'apport protéique puisse avoir favorisé davantage l'intensité de la lipogénèse des vaches des groupes A et C que celles du groupe de contrôle (B), ne peut logiquement se concevoir dans ces conditions.

3° Apports de Ca et de P

On pourrait également rechercher la cause du phénomène dans les quantités de Ca et de P apportées par les ingesta. Or, les chiffres que nous citons ci-dessous excluent une telle probabilité.

Quantités de Ca et de P ingérées par jour et par vache (en g)

Groupe	Ca	P
A	198,7	72,5
B	204,0	75,0
C	184,5	90,5

On sait d'ailleurs (voir deuxième partie) que les carences phosphocalciques n'influent défavorablement l'activité mammaire qu'en cas de déficience aiguë et prolongée.

4° Apport de lipides alimentaires

Les quantités de lipides digestibles ingérées par chaque sujet au cours de la pré-expérience, dépassaient largement le seuil minimum de 300 g (tableau XIII). Lors de la période expérimentale, ce seuil a également été respecté.

TABLEAU XIII

Lipides présents dans les ingesta

Périodes Groupe	^a Pré-expérience			^b Expérience		
	A	B	C	A	B	C
Lipides digestibles totaux ingérés par jour (g)....	389	395	407	346	319	435
Lipides digestibles ingérés par kg de poids vif (g).	0,57	0,56	0,62	0,51	0,45	0,64
Lipides digestibles % de la matière sèche ingérée..	3,17	3,21	3,24	2,78	2,68	2,92

La comparaison entre les différences des taux lipidiques des ingesta des périodes de pré-expérience et d'expérience, exprimées en % de la matière sèche, et les chutes des productions individuelles des matières grasses exprimées en % (voir tableau VIII de la partie annexe et XI de la présente partie), montrent de même que les conditions de la nutrition lipidique étaient comparables dans les divers groupes et ne peuvent justifier la décroissance plus brutale de l'activité lipogénétique du groupe B.

Groupes N° d'ordre du sujet	Différences $\pm$ entre lipides % des ingesta des périodes d'expérience et de préex- périence			Écarts $\pm$ % entre les produc- tions de Mat. grasses totales de lait des périodes d'expé- rience et de préexpérience		
	A	B	C	A	B	C
1	— 0,29	— 0,57	— 0,44	— 9,3	— 23,9	— 32,9
2	— 0,27	— 0,55	— 0,05	— 3,9	— 27,6	— 8,4
3	— 0,61	— 0,47	— 0,70	— 16,8	— 24,4	— 4,8
4	— 0,26	— 0,50	+ 0,22	+ 1,5	— 23,2	+ 2,1

D'après ces données, un rapport entre le taux lipidique alimentaire et les écarts de production en matières grasses observés dans les groupes paraît peu probable.

Avec LEROY (13), nous avons montré que, même dans le cas où des vaches consommant de l'ensilage reçoivent une alimentation lipidique plus déficiente que celles nourries avec des betteraves, elles parviennent à maintenir leur activité lipogénétique à un niveau sensiblement plus élevé.

TABLEAU XIV

Effet comparé d'un ensilage mixte de pommes de terre cuites et de luzerne, et de betteraves

Période Régime Groupe	<i>a</i> Préexpérience		<i>b</i> Expérience 1		<i>c</i> Expérience 2		<i>d</i> Expérience 3	
	Bett. A	Bett. B	Ensil. A	Bett. B	Ensil. A	Bett. B	Bett. A	Ensil. B
Lipides dig. in- gérés (g) ...	366	358	263	296	209	262	269	187
Lipides % de la M. S. ...	2,21	2,18	1,62	1,88	1,25	1,66	1,84	1,15
Ac. acét. (g) ...	néglig.	néglig.	83	néglig.	119	néglig.	néglig.	122
Ac. butyr. (g) ...	»	»	48	»	68	»	»	70
Persistance de la secrét. lactée	—	—	0,890	0,825	0,915	0,858	0,808	1,014
Persistance de la secrét. li- pidique	—	—	0,895	0,808	0,895	0,868	0,870	1,013

Au cours de cette recherche résumée dans le tableau XIV qui précède, nous avons comparé l'effet d'un régime de référence, à base de betteraves,

et d'un autre à base d'ensilage mixte de pommes de terre cuites et de luzerne, sur les sécrétions mammaires, de deux groupes semblables de 5 vaches normandes.

Les différences des niveaux d'activité lipogénétique enregistrées en faveur des vaches nourries à l'ensilage, atteignent + 10,4 %, et ceci malgré une ingestion de graisses alimentaires bien inférieure. Or, toutes conditions égales par ailleurs, le régime expérimental renfermait en plus une certaine quantité d'acides acétique et butyrique provenant de l'ensilage.

Les observations rapportées par DIJKSTRA sont également démonstratives.

En substituant un mélange concentré, dosant 1,18 % de lipides, à un autre en contenant 3,28 % dans un régime alimentaire qui comporte en outre 18 kg d'ensilage d'herbe et 6,62 kg de foin de prairie, l'auteur ne remarque pas de différence significative entre les productions de lait et de matières grasses de groupes expérimentaux et témoins (5).

Reprenant par la suite ces expériences avec le même régime renfermant, à la place des 18 kg d'ensilage, 30 kg de betteraves et 2 kg de paille, DIJKSTRA enregistre, cette fois au contraire, des écarts nettement significatifs dans les niveaux des sécrétions mammaires, qui atteignent dans un cas, + 1,65 kg de lait et + 63,6 g de matières grasses et, dans un autre cas, + 1,0 kg de lait et + 32,8 g de matières grasses (6).

Apparemment contradictoires, ces observations s'expliquent aisément grâce à nos recherches : dans la première expérience de DIJKSTRA, l'action défavorable du mélange concentré délipidé s'est trouvée masquée par celle qu'exerçaient favorablement les acides gras volatils de l'ensilage. Le remplacement de ce dernier aliment par des betteraves, dans la seconde expérience, ayant supprimé l'influence stimulante des acides gras volatils, permet aux effets de la carence lipidique de se manifester pleinement.

5° Apport d'acides acétique et butyrique

Les différences quasiment identiques observées entre les niveaux de production du groupe témoin B et des groupes A et C qui ont absorbé des acides gras volatils, montrent que l'effet produit par l'ensilage est sensiblement analogue à celui procuré par une association d'acétate et de butyrate de calcium, quoique les quantités d'acides ingérés sous cette dernière forme étaient plus faibles. Rappelons en effet que le groupe A a reçu quotidiennement 174 g d'acide acétique et 153 g d'acide butyrique, tandis que le groupe C en a consommé respectivement 393 g et 339 g.

Nos résultats conduisent donc inévitablement à admettre que la participation des acides acétique et butyrique à la lipogénèse mammaire est fort probable, et que la présence de ces substances dans l'ensilage pourrait expliquer son action favorable.

Une constatation d'importante portée pratique se dégage également de nos expériences. Contrairement à l'opinion ancrée dans l'esprit de nombreux éleveurs de vaches laitières, l'efficacité des régimes alimentaires basés sur des betteraves, pour la production de lait et de matières grasses, est contestable. Cet aliment classique semble incapable de fournir à la glande mammaire toutes les substances susceptibles de stimuler son activité physiologique. On est en droit de supposer que, parmi les carences probables de la betterave, celle de lipides alimentaires est la plus manifeste. Il est cependant possible que d'autres facteurs d'origine biochimique, dont il serait utile d'étudier la nature exacte, soient également la cause de l'action défavorable que l'aliment en question exerce sur les sécrétions mammaires.

Nos recherches, qui sont en faveur de la participation d'une association d'acides acétique et butyrique à la lipogénèse mammaire, ne concordent cependant pas entièrement avec la théorie de RITTENBERG et BLOCH (voir première partie), affirmant que l'acide acétique intervient seul directement dans la synthèse lipidique. Toutes les données actuelles de la littérature concluent dans ce même sens.

Est-il, dans ces conditions, permis de supposer que l'intensification de la sécrétion de matières grasses que nous avons observée chez la vache, ait été provoquée uniquement par l'acide acétique, et que l'acide butyrique, également présent dans les régimes expérimentaux, n'y a joué aucun rôle ?

Pour élucider ce problème, nous avons entrepris l'étude de l'action exercée isolément par chacun des acides mentionnés.

CHAPITRE III

LA PARTICIPATION INDIVIDUELLE DES ACIDES ACÉTIQUE ET BUTYRIQUE A LA LIPOGÉNÈSE MAMMAIRE DE LA VACHE

Dans le contenu de rumen du polygastrique, l'acide acétique représente 65 à 75 % de l'acidité volatile totale, tandis que l'acide butyrique y figure pour 15 % à peine.

Mc CLYMONT (17) trouve dans le liquide de panse, de vache, 60 % d'acide acétique, 21,8 % d'acide propionique, 14,4 % d'acide butyrique et 3,8 % d'acides supérieurs (valérique et hexanoïque). Dans le sang périphérique, la concentration moléculaire exprimée en % est de 93 pour l'acide acétique, 2,4 pour l'acide propionique et 2,5 seulement pour l'acide butyrique. Chez le mouton, REID (voir première partie), aboutit à des données sensiblement voisines.

De très nombreuses recherches ont été consacrées dernièrement à l'étude de la participation de l'acide acétique à la lipogénèse, tandis que celle de l'acide butyrique semble avoir été totalement délaissée. Faut-il croire que ce dernier corps n'est susceptible de jouer qu'un rôle négligeable dans l'anabolisme lipidique, par suite de sa très faible concentration dans le sang de ruminant ?

Nous avons pensé qu'une administration *per os* d'acide butyrique, entraînant un accroissement de son taux dans le sang, permettrait de voir si cette substance intervient d'une façon analogue à celle de l'acide acétique, dans l'édification des molécules d'acides gras de lait de vache. Dans notre esprit, une telle étude présentait à la fois un intérêt théorique et pratique.

Une expérience effectuée par BLOCH et KRAMER (3) sur des tranches de foie de rat, démontre que l'acide pyruvique accroît nettement l'intégration de l'acétate dans les chaînes d'acides gras supérieurs synthétisés par cet organe, tandis que le glucose et l'oxalo-acétate produisent un effet moins marqué, et que l'action de sels d'acides dicarboxyliques, tels que le fumarate, le malate et le succinate, est nulle. Ceci nous a incité à entreprendre également, à un moment donné de notre expérience, l'administration simultanée d'acides butyrique et pyruvique, afin de voir si la participation de l'acide butyrique est plus active dans ces conditions que s'il est utilisé seul.

Nous avons, en conséquence, comparé l'influence séparée de l'acide acétique et de l'acide butyrique à celle exercée, soit par une association d'acides butyrique-pyruvique, soit par un mélange d'acides butyrique-acétique, incorporés comme tels dans un régime de référence normalisé.

A. — Administration isolée ou simultanée d'acides acétique, butyrique et pyruvique (Essai III — Janvier-Avril 1951)

L'expérience a été faite cette fois avec 10 sujets, faisant partie d'un troupeau inscrit au livre généalogique de la race hollandaise.

1° La technique expérimentale

Le nombre limité d'animaux, dont nous pouvions disposer, nous a dicté le choix de la méthode de « périodes successives ». Par conséquent, il ne nous a pas été possible de former un groupe témoin comparable aux deux groupes de 5 vaches chacun, destinés à remplir le rôle de lots expérimentaux. Ces groupes ont été constitués selon le principe de lots semblables (voir tableau XI de la partie annexe).

L'expérience a comporté, pour le groupe A, une période de pré-expérience *a*, une d'expérience *b*, et une de post-expérience *c*. Le groupe B a été soumis à une pré-expérience *a*, à une expérience 1 *b*, à une expérience 2 *c*, à une expérience 3 *d* et à une post-expérience *e*. Trois jours d'adaptation aux changements de régimes ont séparé chaque période d'une autre.

2° Les régimes alimentaires

a) *Le régime de référence* était, comme lors de nos autres expériences, composé des mêmes aliments, avec cette différence que nous avons distribué à chaque sujet une ration moyenne journalière de betteraves de 52 kg, au lieu de 45 employés habituellement, et 6,5 kg de foin de luzerne au lieu de 4 kg de foin de pré.

Les aliments concentrés complémentaires n'avaient pas changé de nature.

Il a été, en outre, incorporé à ce régime, consommé lors des périodes de pré et de post-expérience, 250 g de CaCO_3 apportant environ 95 g de Ca, soit l'équivalent du calcium introduit dans les régimes expérimentaux par l'intermédiaire de sels d'acides gras volatils utilisés.

b) *Le régime expérimental du groupe A a été enrichi en acide acétique.* — Durant la période d'expérience *b*, il a été incorporé au régime de référence du groupe A, 400 g d'acétate de calcium correspondant à une ingestion journalière de 282 g d'acide acétique pur par vache.

c) *Le régime expérimental du groupe B variait suivant les périodes.* — Il comprenait :

1° un régime enrichi en acide butyrique pendant la période expérimentale *b*. 400 g de butyrate de calcium ont été adjoints au régime de référence, ce qui représente une absorption quotidienne de 300 g d'acide butyrique pur ;

2° un régime enrichi en acides butyrique et pyruvique durant la période expérimentale *c*. Il a été administré simultanément avec le régime de référence, 400 g de butyrate et 500 cc de pyruvate de calcium. Ce dernier produit était employé en solution dosant 25,4 % d'acide pyruvique. Les animaux ingéraient quotidiennement 300 g d'acide butyrique et 103 g d'acide pyruvique ;

3° un régime enrichi en acides acétique et butyrique lors de la période expérimentale *d*. Il contenait 200 g d'acétate et 200 g de butyrate de calcium associés, soit 141 g d'acide acétique et 150 g d'acide butyrique purs.

Pendant l'essai, les apports d'énergie, de matières protéiques et de lipides digestibles sont restés quasiment constants et dépassaient largement les besoins théoriques (voir tableau XIII, partie annexe).

Schématiquement, la succession des régimes alimentaires, ainsi que leurs caractéristiques, se présentent comme suit :

Groupe A

Période	Préexpérience <i>a</i>	Expérience <i>b</i>	Post-expérience <i>c</i>
Durée en jours Régime	18 Référence	36 Réf. + sc. acétique	18 Référence
Lipides digest. ingérés (g.). Énergie métabolisable ingérée en + des besoins théoriques (%).....	360 + 28,2	350 + 18,5	351 + 38,2

Groupe B

Période	Préexpérience <i>a</i>	Expérience 1 <i>b</i>	Expérience 2 <i>c</i>	Expérience 3 <i>d</i>	Post-expérience <i>e</i>
Durée en j. Régime	18 Référence	21 Réf. + ac. butyrique	12 Référence + ac. butyr. + ac. pyruv.	18 Référence + ac. acét. + ac. butyr.	12 Référence
Lipides digest. ingérés (g.)..... Én. métabol. ingérée en + des besoins théoriques (%).....	342 + 29,5	343 + 25,4	327 + 23,9	329 + 33,3	322 + 38,9

3° Résultats

Les mesures portant sur les ingesta, sur les sécrétions de lait, de matières grasses individuelles et sur les variations des poids vifs des sujets, ont été effectuées quotidiennement, selon les techniques habituelles.

Les résultats concernant la composition chimique des aliments, les ingesta individuels, les variations journalières des productions moyennes des groupes en lait et en matières grasses, ainsi que les variations du poids vif moyen des groupes, figurent respectivement dans les tableaux XII, XIII, XIV et XV insérés dans la partie annexe.

Dans le tableau XIV ci-dessous, se trouvent consignées les moyennes journalières périodiques des sécrétions mammaires individuelles.

TABLEAU XIV

*Moyennes journalières périodiques de sécrétions individuelles**Groupe A*

N° du sujet	Période :	1) Sécrétion lactée (kg)		
		Préexpérience <i>a</i>	Expérience <i>b</i>	Post-expérience <i>c</i>
	Nom de la vache			
1	Fran	11,41	11,61	10,79
2	Der.	19,47	17,67	14,74
3	Eco.	19,77	19,19	17,37
4	Fld.	21,38	18,77	15,07
5	Gui.	11,77	10,92	10,09
	Moyenne générale ..	16,76	15,62	13,61

Période	2) Richesse lipidique moyenne g ‰			3) Sécrétion lipidique totale (g)		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
1	35,5	36,9	36,3	405	429	392
2	35,3	35,1	37,6	687	626	556
3	31,4	33,3	33,0	621	639	574
4	29,6	28,2	29,4	632	527	442
5	31,5	33,7	33,8	371	371	341
Moy. générale	32,4	33,2	33,9	543	518	461

Groupe B

N° du sujet	Période :	1) Sécrétion lactée (kg)				
		Préexpér. <i>a</i>	Expér. 1 <i>b</i>	Expér. 2 <i>c</i>	Expér. 3 <i>d</i>	Post-expér. <i>e</i>
	Nom de la vache					
1	Fact.	22,04	20,33	19,80	18,39	17,47
2	Gaul.	10,80	10,85	11,28	10,84	10,21
3	Del.	16,70	16,38	15,87	15,02	13,42
4	Fron.	24,48	20,92	18,65	18,60	16,27
5	Gan.	11,51	11,89	11,78	11,33	10,67
	Mpyenne générale ..	17,16	16,06	15,48	14,84	13,60

Période	2) Rich. lipidique moyenne g ‰					3) Sécrétion lipidique totale (g)				
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>
1	28,2	28,5	28,9	29,4	29,7	621	579	573	541	517
2	33,5	33,2	33,3	34,8	35,0	361	360	375	377	357
3	30,0	31,0	30,6	31,0	32,1	501	507	486	405	431
4	32,2	31,4	34,3	33,5	33,9	789	657	639	624	551
5	32,2	32,6	32,1	32,5	32,0	370	388	378	369	342
Moy. générale	30,8	30,9	31,7	32,4	32,3	529	498	490	475	440

Le tableau XVI rapporte les poids vifs moyens individuels des vaches et la figure 9 représente graphiquement la variation des poids vifs moyens des groupes.

TABLEAU XVI
Poids vif corporel moyen périodique des vaches

Période : N° d'ordre du sujet	Groupe A			Groupe B			
	a (kg)	b (kg)	c (kg)	a (kg)	b (kg)	c (kg)	e (kg)
1	609	620	627	601	613	591	614
2	604	623	625	472	500	500	508
3	613	604	605	568	562	573	576
4	536	556	562	457	482	483	484
5	661	672	670	553	555	577	573
Moyenne générale..	604,6	613,0	617,8	530,2	542,4	545,2	551,0

Variation du Poids Vif Moyen
Essai III

B. — Interprétation et discussion des résultats

Nous avons calculé, à l'aide des données enregistrées pendant les périodes de pré et de post-expérience, les productions théoriques individuelles correspondant aux périodes intercalaires, afin de les comparer aux productions réellement observées sous l'influence de régimes expérimentaux. Nous avons eu recours à cet effet, comme d'habitude, aux méthodes de régression exponentielle pour la sécrétion lactée, et linéaire pour la production de matières grasses. Les équations individuelles de régression correspondantes, dans lesquelles la variable y représente les productions et la variable x le temps, figurent ci-après :

N° d'ordre des vaches	Sécrétion lactée <i>Équation exponentielle</i>	Sécrétion lipidique <i>Équation linéaire</i>		
<i>Groupe A</i>				
1	$y = 11,56 \cdot 10^{-0,00051 x}$	$y = 414,4 - 0,39 x$		
2	$y = 20,28 \cdot 10^{-0,00200 x}$	$y = 712,5 - 2,27 x$		
3	$y = 20,13 \cdot 10^{-0,00093 x}$	$y = 630,6 - 0,84 x$		
4	$y = 22,62 \cdot 10^{-0,00257 x}$	$y = 664,1 - 3,21 x$		
5	$y = 12,11 \cdot 10^{-0,00118 x}$	$y = 377,5 - 0,54 x$		
Ensemble du groupe A	$y = 17,41 \cdot 10^{-0,00153 x}$	$y = 559,5 - 1,45 x$		
<i>Groupe B</i>				
1	$y = 22,66 \cdot 10^{-0,00132 x}$	$y = 636,9 - 1,40 x$		
2	$y = 10,85 \cdot 10^{-0,00031 x}$	$y = 363,3 - 0,09 x$		
3	$y = 17,06 \cdot 10^{-0,00117 x}$	$y = 510,1 - 0,91 x$		
4	$y = 25,76 \cdot 10^{-0,00231 x}$	$y = 820,5 - 3,11 x$		
5	$y = 11,60 \cdot 10^{-0,00041 x}$	$y = 375,5 - 0,41 x$		
Ensemble du groupe B	$y = 17,68 \cdot 10^{-0,00132 x}$	$y = 541,0 - 1,18 x$		
<i>Test de linéarité</i>				
	S^2_D	S^2_I	S^2_D	S^2_I
Groupe A.....	1,54	11,12	4 850,9	11 271,0
Groupe B.....	0,87	10,22	4 053,0	11 579,0

Le tracé des lignes théoriques de régression des activités mammaires a été effectué au moyen de l'équation d'ensemble du groupe.

1° Influence de l'acide acétique administré seul sur les sécrétions lactée et lipidique de la glande mammaire (groupe A)

Les figures 10 A et 11 A montrent que l'ingestion d'acide acétique produit un effet quasiment immédiat sur les activités mammaires. La

décroissance des sécrétions, très marquée au cours de la pré-expérience *a*, s'arrête dès le premier jour d'administration de cette substance et les productions de lait et de matières grasses remontent sensiblement. Elles se maintiennent ensuite pendant la période expérimentale *b* nettement au-dessus des lignes théoriques de l'activité mammaire. La suppression de l'acide acétique provoque une inversion du phénomène dès le début de la

post-expérience. Ceci démontre indubitablement l'existence d'une réaction physiologique réelle au niveau de la mamelle.

La figure 12 A permet de déceler une légère élévation du taux lipidique de la sécrétion mammaire. Mais la persistance du phénomène au cours de la post-expérience pourrait également signifier que celui-ci résulte de l'évolution naturelle de la lactation, et non pas de l'ingestion d'acide acétique.

Variation de la Sécrétion Lipidique Totale

Essai III

TABLEAU XVII

Comparaison entre les productions théoriques (t) et réelles (r)

Régime Période	Référence Préexp. (a)		Référence + acétate Expérience (b)				Écarts absolus $b_r - b_t$		Écarts relatifs % $\frac{b_r - b_t}{b_t} \cdot 100$	
	a_t		b_t		b_r					
	Lait	M. G. tot.	Lait	M. G. tot.	Lait	M. G. tot.	Lait	M. G. tot.	Lait	M. G. tot.
	kg	g	kg	g	kg	g	kg	g		
1	11,43	411	11,04	399	11,61	429	+ 0,57	+ 30	+ 5,24	+ 7,52
2	19,41	691	16,92	623	17,77	626	+ 0,85	+ 3	+ 4,99	+ 0,49
3	19,73	623	18,51	598	19,20	639	+ 0,69	+ 41	+ 3,72	+ 6,85
4	21,39	634	17,94	537	18,67	527	+ 0,73	- 10	+ 4,06	- 1,86
5	11,80	372	10,08	351	10,93	371	+ 0,95	+ 20	+ 0,46	+ 5,70
Écart moyen pondéré							+ 0,60	+ 16,8	+ 3,99	+ 3,34

Les écarts entre les productions théoriques (t) et celles réellement observées (r) sous l'effet du régime expérimental, sont en moyenne de 0,60 kg de lait et de 16,8 g de matières grasses par jour et par animal. Ils sont en faveur de l'acétate (tableau XVII).

Variation du Taux Lipidique de la Sécrétion Lactée

Comparaison des richesses lipidiques théoriques (t) et réelles (r) des laits individuels

N° d'ordre du sujet	Taux butyreux (t) ‰	Taux butyreux (r) ‰	Écarts ($r-t$)
1	36,2	36,9	+ 0,7
2	36,8	35,1	- 1,7
3	32,3	33,3	+ 1,0
4	29,9	28,2	- 1,7
5	32,3	33,9	+ 1,6
Ecart moyen.....			0

Les sujets ont tous réagi, tantôt par un accroissement de la quantité de lait, tantôt par une élévation de la richesse lipidique. Chez le sujet 4 cependant, on enregistre, parallèlement à une augmentation de la sécré-

tion lactée, une chute de — 1,86 % de la quantité des matières grasses synthétisées. Le surplus relatif de production, obtenu à la suite de l'administration d'acide acétique s'élève en moyenne à + 3,99 % pour le lait et à + 3,34 % pour la matière grasse. Il n'y a pas eu d'effet sur le taux lipidique de la sécrétion.

Le calcul des coefficients de persistance des activités mammaires (tableau XVIII) montre que les écarts observés ont une faible signification statistique, malgré l'évidence physiologique du phénomène, ce qui peut s'expliquer par le nombre réduit des animaux d'expérience. La représentation graphique des résultats prouve toutefois indiscutablement, l'existence d'une relation de cause à effet entre l'administration ou la suppression d'acétate et l'intensité de l'activité lipogénétique de la mamelle.

TABLEAU XVIII

*Coefficients de persistance théoriques (t) et réels (r)
des activités mammaires*

N° d'ordre du sujet	Coef. théoriques (t) $\frac{bt}{at}$		Coef. réels (r) $\frac{br}{ar}$		Différence $\frac{br}{ar} - \frac{bt}{at}$	
	Sécrétion lactée	Sécrétion lipidique	Sécrétion lactée	Sécrétion lipidique	Sécrétion lactée	Sécrétion lipidique
1	0,966	0,972	1,016	1,044	+ 0,050	+ 0,072
2	0,871	0,901	0,915	0,906	+ 0,044	+ 0,005
3	0,939	0,960	0,973	1,025	+ 0,034	+ 0,065
4	0,839	0,848	0,878	0,833	+ 0,039	— 0,015
5	0,922	0,946	0,926	1,000	+ 0,004	+ 0,054
Moy. générale...	0,908 $\pm$ 0,026	0,925 $\pm$ 0,025	0,942 $\pm$ 0,023	0,962 $\pm$ 0,045	+ 0,034	+ 0,036

Signification statistique de la différence : $\frac{br}{ar} - \frac{bt}{at}$

$t = 1,097$ $t = 0,78$
 $0,4 > P > 0,3$ $0,5 > P > 0,4$

Cependant, les résultats obtenus par POPJAK, FRENCH et FOLLEY (22) chez la chèvre en lactation, au moment où se déroulait notre expérience, permettent de considérer l'influence favorable de l'acétate que nous avons enregistrée comme certaine.

Procédant à une injection intraveineuse d'acétate marqué en ^{14}C les auteurs constatent que la vitesse d'oxydation de l'acétate injecté est considérablement plus basse chez la chèvre en lactation que chez le rat.

La mesure de l'activité spécifique des diverses fractions d'acides gras synthétisés dans la glande mammaire durant les 48 heures qui ont suivi l'injection, a démontré que les acides gras du lait se comportaient diffé-

remment de ceux du plasma sanguin. Les acides gras volatils atteignent leur activité maxima 3 heures, et les acides gras non volatils, 4 heures après l'injection intraveineuse de ^{14}C . Ils renfermaient, à ce moment-là, plusieurs centaines de fois plus d'isotope que ceux du plasma. Ceci indiquerait que la synthèse des acides gras dans la mamelle de ruminant s'effectue à partir de petites molécules (acétate ou autre unité en C_2), et que celles-ci seraient d'une importance primordiale pour la synthèse des lipides de lait. Le calcul a démontré que 80 % du carbone de l'acétate injecté disparaissent dans le CO_2 expiré et que 10 % de cette substance, soit donc 50 % de la fraction retenue par l'organisme, apparaissent sous forme de matière grasse.

La teneur relativement élevée des acides gras non volatils en ^{14}C , démontrerait également que leur synthèse s'effectue dans la glande mammaire sur une grande échelle. Les auteurs croient que les acides à plus courte chaîne, rencontrés dans le lait pourraient être des produits intermédiaires de la concentration en C_2 qui, étant donné la rapidité du processus de sécrétion, auraient échappé à une élongation plus poussée. Le mécanisme biochimique de cette dernière, a été également étudié. Nous en reparlerons plus loin.

L'expérience de perfusion de glande mammaire de vache, entreprise par COWIE et collaborateurs (4), confirme les observations faites sur la chèvre et renforce également la valabilité de nos résultats.

Dans cette expérience, la mamelle a été divisée en deux moitiés. L'une a été perfusée avec du sang additionné d'acétate marqué en ^{14}C , et l'autre à l'aide d'un sang contenant du bicarbonate de sodium, également marqué en ^{14}C .

Plus de 40 % du ^{14}C provenant de l'acétate ont été retrouvés dans la matière grasse synthétisée. L'incorporation de ^{14}C dans les acides gras du lait et les glycérides de la glande elle-même a été telle que l'activité spécifique moyenne décroissait avec la longueur moyenne des chaînes. Parallèlement, les activités spécifiques moyennes des fractions grasses du lait et du tissu mammaire provenant de la moitié perfusée avec du bicarbonate, n'indiquaient qu'une incorporation de ^{14}C négligeable.

Ces faits montrent que l'acide acétique sert de substrat pour la synthèse de matière grasse de lait de ruminant.

L'acétate à partir duquel la mamelle élabore ses matières grasses peut avoir une double origine : a) exogène venant du rumen par la voie sanguine ; b) endogène issue de la dégradation d'acides gras supérieurs puisés dans le sang (22). Il semblerait donc que le système enzymatique de la glande mammaire du ruminant est adapté à l'utilisation de l'acide acétique formé dans le rumen (20).

Les réactions physiologiques que nous avons observées sur nos sujets

d'expérience, peuvent par conséquent être considérées sans hésitation comme ayant été effectivement provoquées par l'administration d'acétate avec le régime alimentaire.

2° Influence de l'acide butyrique administré seul sur les activités mammaires (groupe B)

La portion des figures 10 B et 11 B, limitée à la période pendant laquelle a eu lieu l'administration de butyrate de calcium (*b*), ne dénote aucun effet spécifique de ce produit. La sécrétion lactée, et plus particulièrement celle de lipides totaux, suit la même allure décroissante qui a été observée lors de la précédente période (*a*). Les points représentant les activités mammaires sont effectivement répartis en nombre égal de part et d'autre des lignes théoriques. Le taux butyreux (fig. 12 B) ne subit pas, lui non plus, de modification sensible.

Les écarts entre les productions théoriques et réelles confirment d'ailleurs entièrement l'absence d'action du butyrate sur l'intensité de la lipogénèse (tableau XIX) du groupe B.

TABLEAU XIX

Comparaison entre les productions théoriques (t) et réelles (r)

Régime Période	Référence Préexp. (a)		Référence + butyrate Expérience 1 (b)				Écarts absolus $b_r - b_t$		Écarts relatifs % $\frac{b_r - b_t}{b_t} \cdot 100$	
	a_t		b_t		b_r					
	Lait	M. G. tot.	Lait	M. G. tot.	Lait	M. G. tot.	Lait	M. G. tot.	Lait	M. G. tot.
	kg	g	kg	g	kg	g	kg	g		
1	22,02	624	20,56	592	20,33	579	- 0,23	- 13	- 1,11	- 2,19
2	10,78	362	10,61	360	10,85	360	+ 0,24	0	+ 2,25	0,00
3	16,63	501	15,65	481	16,38	507	+ 0,72	+ 26	+ 4,65	+ 5,40
4	24,50	791	21,74	721	20,92	657	- 0,82	- 64	- 3,77	- 8,87
5	11,50	372	11,26	362	11,89	388	+ 0,62	+ 26	+ 5,56	+ 7,18
Écart moyen pondéré.....							+ 0,11	- 5,0	+ 0,70	- 0,99

*Comparaison des richesses lipidiques théoriques (t) et réelles (r)
des laits individuels*

N° d'ordre du sujet	Taux butyreux (t) ‰	Taux butyreux (r) ‰	Écarts (r-t)
1	28,8	28,5	- 0,3
2	34,0	33,2	- 0,8
3	30,8	31,0	+ 0,2
4	33,2	31,4	- 1,8
5	32,2	32,6	- 0,4
Ecart moyen			- 0,6

Ces données montrent donc que la glande mammaire n'a pratiquement pas réagi à l'ingestion de butyrate. On remarque même une légère dépression générale dans les taux butyreux et des réactions individuelles assez disparates des sécrétions des matières grasses totales, qui se soldent en définitive par une diminution journalière moyenne de 5,0 g de lipides élaborés par les vaches.

Le calcul de persistance des activités mammaires fait ressortir en outre que, statistiquement, la probabilité de la non intervention de l'acide butyrique approche les 100 %, c'est-à-dire qu'elle est certainement nulle.

TABLEAU XX

*Coefficients de persistance théorique (t) et réels (r)
des activités mammaires*

N° d'ordre du sujet	Coef. théoriques (t) $\frac{bt}{at}$		Coef. réels (r) $\frac{br}{at}$		Différence $\frac{br}{at} - \frac{bt}{at}$	
	Sécrétion lactée	Sécrétion lipidique	Sécrétion lactée	Sécrétion lipidique	Sécrétion lactée	Sécrétion lipidique
1	0,934	0,950	0,923	0,928	- 0,011	- 0,022
2	0,985	0,995	0,994	0,995	+ 0,009	0,000
3	0,940	0,959	0,980	1,012	- 0,040	+ 0,053
4	0,887	0,911	0,813	0,831	+ 0,074	- 0,080
5	0,979	0,974	1,035	1,017	+ 0,056	+ 0,043
Noy. générale. . .	0,945 $\pm$ 0,020	0,958 $\pm$ 0,015	0,949 $\pm$ 0,043	0,957 $\pm$ 0,040	+ 0,004	- 0,001
Signification statistique de la différence : $\frac{br}{at} - \frac{bt}{at}$					$t = 0,109$ $P > 0,9$	$t = 0,027$ $P > 0,9$

Les résultats franchement négatifs de notre expérience concordent avec les observations faites par POWEL (voir p. 316). Ils mettent sérieusement en doute une éventuelle participation directe de l'acide butyrique à la lipogénèse mammaire chez la vache, tout au moins.

3° Effet de l'association d'acides butyrique et pyruvique

Une légère réaction de la glande mammaire s'observe pendant la période expérimentale 2 (c), à la suite de l'incorporation simultanée, dans le régime de référence, de butyrate et de pyruvate de calcium.

La portion c des figures 10 B et 11 B permet de constater effectivement une légère remontée des productions de lait et de matière grasse. Elle est faible, mais cependant décelable.

Les mesures absolues de l'activité mammaire au cours de cette période confirment la réaction physiologique que l'on observe graphiquement (tableau XXI).

TABLEAU XXI

Comparaison entre les productions théoriques (t) et réelles (r)

Régime Période	Référence Préexp. (a)		Référence + butyrate + acétate Expérience 2 (c)				Écarts absolus $c_r - c_t$		Écarts relatifs % $\frac{c_r - c_t}{c_t} \cdot 100$	
N° d'ordre du sujet	a_t		c_t		c_r					
	Lait	M. G. tot.	Lait	M. G. tot.	Lait	M. G. tot.	Lait	M. G. tot.	Lait	M. G. tot.
	kg	g	kg	g	kg	g	kg	g		
1	22,02	624	19,38	565	19,80	573	+ 0,42	+ 8	+ 2,19	+ 1,42
2	10,78	362	10,47	359	11,28	375	+ 0,81	+ 16	+ 7,18	+ 4,46
3	16,63	501	14,85	463	15,87	486	+ 1,02	+ 23	+ 6,89	+ 4,97
4	24,50	791	19,59	660	18,65	639	- 0,94	- 21	- 4,80	- 3,18
5	11,50	372	11,05	354	11,78	378	+ 0,73	+ 24	+ 6,59	+ 6,78
Écart moyen pondéré.....							+ 0,41	+ 10,0	+ 2,72	+ 2,08

*Comparaison des richesses lipidiques théoriques (t) et réelles (r)
des laits individuels*

N° d'ordre du sujet	Taux butyreux (t) ‰	Taux butyreux (r) ‰	Écarts (r-t)
1	29,2	28,9	- 0,3
2	34,3	33,3	- 1,0
3	31,2	30,6	- 0,6
4	33,7	34,3	+ 0,6
5	32,0	32,1	+ 0,1
Ecart moyen			- 0,2

Ainsi, ces valeurs semblent indiquer que, contrairement à ce qui a pu être observé lors de la période (b) avec acide butyrique seul, l'ingestion simultanée de la même quantité de butyrate associée à 103 g d'acide pyruvique exerce une action légèrement stimulante sur la sécrétion lactée (+ 2,72 %), malgré la persistance d'un effet dépressif dû à l'acide butyrique, constaté dans la période antérieure, sur le taux butyreux. L'accroissement de la synthèse lipidique est en définitive plus faible (+ 2,08 %) que celui observé avec l'acide acétique (+ 3,34 %) dans le groupe A.

Quelle est la signification statistique des écarts observés en faveur de l'association butyrique-pyruvique ? L'étude des coefficients de persistance montre que la probabilité de la réaction observée approche plutôt de 40 % que de 50 %, c'est-à-dire qu'elle est moins élevée que pour l'acide acétique seul (60 %).

TABLEAU XXII

*Coefficients de persistance théoriques (t) et réels (r)
des activités mammaires*

N° d'ordre du sujet	Coef. théoriques (t)		Coef. réels (r)		Différence	
	$\frac{ct}{at}$		$\frac{cr}{ct}$		$\frac{cr}{at} - \frac{ct}{at}$	
	Secrétion lactée	Secrétion lipidique	Secrétion lactée	Secrétion lipidique	Secrétion lactée	Secrétion lipidique
1	0,878	0,906	0,899	0,919	+ 0,021	+ 0,013
2	0,971	0,993	1,047	1,036	+ 0,076	+ 0,043
3	0,893	0,923	0,954	0,971	+ 0,061	+ 0,048
4	0,799	0,834	0,761	0,806	- 0,038	- 0,028
5	0,962	0,952	1,022	1,016	+ 0,060	+ 0,064
Moy. générale...	0,901	0,922	0,937	0,950	+ 0,036	+ 0,028
	$\pm 0,035$	$\pm 0,030$	$\pm 0,057$	$\pm 0,045$		

Signification statistique de la différence : $\frac{cr}{at} - \frac{ct}{at}$

$t = 0,600$ $t = 0,575$
 $0,6 > P > 0,5$ $0,6 > P > 0,5$

L'effet étant cependant perceptible physiologiquement, on peut se demander s'il provient d'une intervention de l'acide butyrique favorisée par la présence d'acide pyruvique, comme cela a été remarqué pour l'acétate par BLOCH et KRAMER (3) sur le foie de rat, ou s'il a été provoqué par l'intervention de l'acide pyruvique lui-même. Puisque l'utilisation directe de ce dernier acide par la glande mammaire paraît peu probable (26), comment expliquer autrement son action favorable sur la lipogénèse mammaire ?

On sait, à la suite des travaux de NEUBERG, qu'en présence de levure, le carboxylase dégrade l'acide pyruvique en acétaldéhyde et en CO_2 , une réaction de réduction transformant la première de ces substances dérivées, en alcool.

En présence cependant de *Lactobacillus Delbrücki*, de *Clostridium butylicum* ou d'*Escherichia Colia*, l'acide pyruvique ne fournit ni acétaldéhyde, ni alcool, mais de l'acide acétique et du CO_2 (1). GALE (10) affirme que la fermentation en milieu d'acéto-butylicum, sur un substratum de pyruvate, aboutit uniquement à la formation d'acide acétique avec seulement des traces d'acide butyrique, deux molécules d'acide pyruvique fournissant 1,52 molécules d'acide acétique.

Le comportement de l'acide pyruvique dans le milieu du rumen a été étudié par WOODMAN et EVANS (36) *in vitro*, de la manière que voici : 400 cc d'un milieu de culture, contenant 8 g de CaCO_3 , ont été stérilisés et additionnés ensuite de 10 cc d'acide pyruvique. Après un repos de 48 heures, 5 cc de contenu de panse ont été ajoutés, ainsi qu'une pincée de caséine, et le tout mis en incubation à 37°.

Les produits ultimes de la transformation de l'acide pyruvique en fonction du temps d'incubation, dosés par ces auteurs dans 100 cc de milieu de culture, sont :

Durée de l'incubation en jours	Acide pyruvique (g)	Acide lactique (g)	Acides volatils exprimés en acide acétique (g)
0	1,17	0,18	0,17
1	0,46	0,20	0,34
2	—	0,16	0,83
3	—	0,12	1,04

Ceci montre donc que, dans ce milieu, l'acide pyruvique se transforme uniquement en acides volatils. Les auteurs indiquant seulement l'acidité volatile totale exprimée en acide acétique, nous ne sommes renseignés, ni sur la nature des acides formés, ni sur leurs quantités respectives.

Il ne semble pas non plus que les auteurs aient suffisamment tenu compte de la réalité physiologique. Ils n'ont notamment pas introduit dans le milieu, de la salive dont le rôle de tampon dans la fermentation du rumen est très important. L'expérience a, en outre, été effectuée avec un milieu stérilisé et ensemencé avec une très faible quantité de liquide de panse. Aussi avons-nous jugé instructif de procéder à une étude *in vitro* du comportement de l'acide pyruvique dans un milieu physiologique aussi proche que possible de celui du rumen. Par la même occasion, nous avons également suivi les transformations subies par les acides, lactique, butyrique et acétique, soit séparément, soit en association dans un même milieu.

Expérience de digestion *in vitro*

250 cc de liquide de panse ont été extraits de l'organe d'un mouton fraîchement abattu. Ils ont été filtrés sur gaze et additionnés de 200 cc de salive artificielle. Cette dernière a été préparée conformément à la composition de la salive de mouton telle que l'indique MC DOUGALL (18) et que voici : CO_3HNa : 9,24 ‰ — KCl : 0,45 ‰ — $\text{PO}_4\text{HNa}_{2,12}$ H_2O : 7,125 ‰ — Cl_2Ca : 0,055 ‰ — Cl_2Mg : 0,047 ‰ — eau Q. S. ‰. Les acides volatils et l'acide lactique y ont été dosés aussitôt.

Dans ce milieu, nous avons introduit comme substrat une quantité connue de chacun des acides précités, ainsi que de l'acide pyruvique, tantôt séparément, tantôt en association. Un témoin, contenant le même milieu de culture dépourvu de tout substrat, servait de comparaison.

Les fioles contenant les diverses cultures, munies d'un dispositif approprié, étaient balayées par un courant de CO_2 au moment de leur mise en incubation, afin de rendre le milieu aussi anaérobie que possible, et reliées aussitôt à un spiromètre.

La durée de l'incubation, qui s'effectuait entre 37° et 39°C, était variable. A la sortie de l'incubateur, une quantité adéquate du contenu des fioles a été soumise à la détermination des acides acétique, butyrique

et lactique. Il n'a pas été procédé au dosage, ni de l'acide pyruvique, ni de l'acide propionique.

Nous résumons ci-contre les résultats de nos observations. Ils ont été corrigés en fonction de l'évolution de la fermentation de la culture témoin (tableau XXIII).

TABLEAU XXIII

*Résultats des expériences d'incubation de substrat
d'acides organiques en milieu de panse
Expérience n° 1*

		Cult. n° 1	Cult. n° 2	Cult. n° 3	Cult. n° 4	Cult. n° 5	Cult. n° 6	Cult. n° 7
Durée de l'incubation. (en h)		24	24	24	48	48	48	48
Substrat introduit dans le milieu.		cult. témoin	Butyr. de Ca	Pyruv. de Ca	Acét. de Ca	48 Butyr. + Pyruv. de Ca	Pyruv. de Ca	Butyr. de Ca
Acides présents initialement dans le milieu à 0 h. (en g).	lact.	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057	0,057
	but.	0,132	3,908	0,132	0,132	2,399	0,132	3,908
	acét. pyr.	0,175	0,175	0,175	3,820	0,175	0,175	0,175
		—	—	2,744	—	0,913	2,699	—
Acides dosés après incubation (en g.)	lact.	0,080	0,105	0,410	0,032	0,123	0,318	0
	but.	0,105	3,960	0,190	0,200	2,411	0,246	3,380
	acét.	0,305	0,173	0,850	3,795	0,678	1,233	0,710
Quantités d'acides formés à partir du substrat, correct. faite d'après le témoin.	lact.	+ 0,023	+ 0,025	+ 0,330	— 0,048	+ 0,043	+ 0,238	— 0,080
	but.	— 0,027	+ 0,079	+ 0,085	+ 0,095	+ 0,039	+ 0,141	— 0,501
	acét.	+ 0,130	— 0,130	+ 0,545	— 0,198	+ 0,373	+ 0,928	+ 0,405

Expérience n° 2

		Cult. n° 8	Cult. n° 9	Cult. n° 10	Cult. n° 11	Cult. n° 12	Cult. n° 13
Durée de l'incubation. (en h)		48	48	48	96	96	96
Substrat introduit dans le milieu.		cult. témoin	pyruv. de Ca	butyr. de Ca	96 cult. témoin	96 pyruv. de Ca	96 butyr. de Ca
Acides présents initialement dans le milieu à 0 h. (en g).	lact.	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070
	butyr.	0,080	0,080	2,326	0,080	0,080	2,326
	acét. pyruv.	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120
		—	2,250	—	—	2,250	—
Acides dosés après incubation (en g).	lact.	0,061	0,234	0,019	0,064	0,043	0,016
	butyr.	0,143	0,122	2,387	0,081	0,197	2,099
	acét.	0,088	0,828	0,167	0,154	1,430	0,239
Quantités d'acides formés à partir du substrat, correct. faites d'après le témoin.	lact.	— 0,009	+ 0,173	— 0,042	— 0,006	— 0,021	— 0,048
	butyr.	+ 0,063	— 0,021	— 0,002	+ 0,001	+ 0,116	— 0,228
	acét.	— 0,032	+ 0,740	+ 0,079	+ 0,034	+ 1,276	+ 0,085

Expérience n° 3

		Cult. n° 14	Cult. n° 15	Cult. n° 16	Cult. n° 16	Cult. n° 18	Cult. n° 19
Durée de l'incubation. (en h)		48	48	48	48	48	48
Substrat introduit dans le milieu.		cult. témoin	acide lact.	pyruv. de Ca	butyr. de Ca	butyr. + pyruv. de Ca	butyr. + pyruv. de Ca
Acides présents initialement dans le milieu à 0 h. (en g).	lact.	0,038	5,088	0,038	0,038	0,038	0,038
	butyr.	0,330	0,330	0,330	3,927	3,927	3,927
	acét.	0,933	0,933	0,933	0,933	0,933	0,933
	pyruv.	—	—	1,800	—	1,800	1,800
Acides dosés après incuba- tion (en g).	lact.	0,081	0,609	0	0	0,103	0
	butyr.	0,524	2,724	0,531	3,832	3,947	4,002
	acét.	1,220	1,317	2,414	1,064	1,993	2,072
Quantités d'acides formés à partir du substrat, cor- rect. faites d'après le té- moin.	lact.	+ 0,043	— 4,441	— 0,081	— 0,081	+ 0,022	— 0,081
	butyr.	+ 0,194	+ 2,200	+ 0,007	— 0,289	— 0,174	— 0,119
	acét.	+ 0,287	+ 0,093	+ 1,194	— 0,156	+ 0,713	+ 0,852
					gaz 300 cc	gaz 200 cc	

Ces résultats *in vitro* montrent que la dégradation de l'acide pyruvique dans le rumen aboutit essentiellement à la formation d'acide acétique. Une très petite quantité d'acide lactique peut également prendre naissance à partir de cet acide, mais il n'y a pas de formation d'acide butyrique à partir de pyruvate. Tandis qu'on retrouve sans changement l'acide acétique mis en incubation, on observe par contre la disparition d'une petite quantité de butyrate et la formation des quantités négligeables d'acide acétique qui pourraient provenir de ce substrat. En milieu de rumen, la majeure partie de l'acide lactique introduit se transforme en acide butyrique, et n'engendre que des doses infimes d'acide acétique.

Logiquement, il est par conséquent permis de supposer que la légère action enregistrée au cours de notre expérience *in vivo* sur l'activité mammaire de la vache, après ingestion simultanée de butyrate et de pyruvate, serait due à la transformation de ce dernier produit en acide acétique, et à sa participation sous cette forme à lipogénèse. Les petites quantités de pyruvate ingéré expliqueraient pourquoi, comparativement avec l'acétate, la réaction observée a été plus faible.

4° Effet de l'association d'acides butyrique et acétique

Pendant la troisième période expérimentale (*d*), le groupe B a absorbé simultanément 150 g d'acide butyrique et 141 g d'acide acétique, soit la moitié des doses administrées séparément lors des périodes antérieures.

La section *d* des figures 10 B et 11 B montre que la substitution de l'association butyrate-acétate à celle de butyrate-pyruvate a pour effet

immédiat, une remontée des sécrétions mammaires. Sur 18 observations concernant la sécrétion lactée, 17 se trouvent nettement au-dessus de la ligne théorique. Pour la sécrétion lipidique, 3 observations seulement sont situées au-dessous du tracé de la ligne de régression théorique. La réalité de la réaction physiologique apparaît d'autant plus certaine que la suppression du traitement avec le début de la post-expérience (e) entraîne une chute des activités mammaires. Le phénomène épouse par ailleurs une allure analogue à celle remarquée lors de l'administration isolée d'acétate au groupe A.

Les observations chiffrées confirment la réaction effective des vaches à l'ingestion d'acides butyrique et acétique associés (tableau XXIV).

TABLEAU XXIV

Comparaison entre les productions théoriques (t) et réelles (r)

Régime période	Référence Préexp. (a)		Réf. + butyrate + acétate expérience 3 (d)				Écarts absolus $d_r - d_t$		Écarts relatifs % $\frac{d_r - d_t}{d_t} \cdot 100$	
No d'ordre du sujet	a_t		d_t		d_r					
	Lait	M. G. tot.	Lait	M. G. tot.	Lait	M. G. tot.	Lait	M. G. tot.	Lait	M. G. tot.
	kg	g	kg	g	kg	g	kg	g		
1	22,04	624	18,35	540	18,39	541	+ 0,04	+ 1	+ 0,20	+ 0,18
2	10,78	362	10,33	357	10,84	377	+ 0,51	+ 20	+ 4,96	+ 5,60
3	16,63	501	14,11	447	15,02	465	+ 0,91	+ 18	+ 6,49	+ 4,03
4	24,50	791	17,81	604	18,60	624	+ 0,79	+ 20	+ 4,46	+ 3,31
5	11,50	372	10,87	347	11,33	369	+ 0,46	+ 22	+ 4,23	+ 6,94
Écart moyen pondéré.....							+ 0,54	+ 16,2	+ 3,78	+ 3,53

*Comparaison des richesses lipidiques théoriques (t) et réelles (r)
des laits individuels*

No d'ordre du sujet	Taux butyreux (t) ‰	Taux butyreux (r) ‰	Écarts (r-t)
1	29,4	28,9	— 0,5
2	34,5	33,3	— 1,2
3	31,6	30,6	— 1,0
4	33,9	34,3	+ 0,4
5	31,9	32,1	+ 0,2
Ecart moyen			— 0,4

L'accroissement des sécrétions lactée et lipidique enregistré sous l'effet du mélange butyrate-acétate, est respectivement de + 3,78 % et de + 3,53 %. La probabilité statistique de la réaction physiologique est d'environ 55 %, comme le prouve la comparaison des coefficients de persistance (tableau XXV). L'action sur le taux butyreux paraît plutôt légèrement dépressive.

TABLEAU XXV

*Coefficients de persistance théorique (t) et réels (r)
des activités mammaires*

N° d'ordre du sujet	Coef. théoriques (t) $\frac{dt}{at}$		Coef. réels (r) $\frac{dr}{at}$		Différence $\frac{dr}{at} - \frac{dt}{at}$	
	Secrétion lactée	Secrétion lipidique	Secrétion lactée	Secrétion lipidique	Secrétion lactée	Secrétion lipidique
1	0,833	0,866	0,835	0,867	+ 0,002	+ 0,001
2	0,960	0,986	1,008	1,041	+ 0,048	+ 0,055
3	0,848	0,892	0,903	0,928	+ 0,055	+ 0,036
4	0,727	0,763	0,759	0,788	+ 0,032	+ 0,025
5	0,945	0,933	0,986	0,992	+ 0,041	+ 0,059
Moy. générale...	0,863 $\pm 0,047$	0,889 $\pm 0,041$	0,898 $\pm 0,044$	0,923 $\pm 0,050$	+ 0,036	+ 0,035

Signification statistique de la différence : $\frac{dr}{at} - \frac{dt}{at}$

$t = 0,727$ $t = 0,710$
 $0,5 > P > 0,4$ $0,5 > P > 0,4$

En résumant dans le tableau XXVI l'effet qu'ont exercé les divers acides gras volatils administrés pendant la présent essai, soit seuls, soit avec de l'acide pyruvique, soit associés entre eux, on constate que, dans les conditions de notre expérience, l'ingestion d'acide butyrique ne provoque pas de changement net dans les quantités totales de lipides élaborés par la mamelle.

TABLEAU XXVI

*Effet physiologique comparé produit sur les activités mammaires
par les diverses combinaisons d'acides gras volatils*

Nature des substances utilisées	Accroissement ou diminution absolue observé			Accroissement ou diminution relative observé (%)		Probabilité statistique du phénomène P compris entre :	
	Lait (kg)	Mat. grasses (g)	Taux butyreux (g) o/100	Lait	M. grasses	Lait	M. grasses
Acétate seul...	+ 0,60	+ 16,8	0	+ 3,99	+ 3,34	0,4 et 0,3	0,5 et 0,4
Butyrate seul...	+ 0,11	— 5,0	— 0,6	+ 0,70	— 0,99	1 et 0,9	1 et 0,9
Butyr. + pyruv.	+ 0,41	+ 10,0	— 0,2	+ 2,72	+ 2,08	0,6 et 0,5	0,6 et 0,5
Butyr. + acét...	+ 0,54	+ 16,2	— 0,4	+ 3,78	+ 3,53	0,5 et 0,4	0,5 et 0,4

L'absorption simultanée d'acides butyrique et pyruvique stimule par contre légèrement la synthèse de matières grasses, très probablement par l'intermédiaire de l'acide acétique formé dans la panse de la vache à

partir du pyruvate ingéré, comme semble le prouver notre étude *in vitro*. L'activité lipogénétique de la glande mammaire est plus favorisée lorsque l'on fait absorber à la vache un mélange d'acides butyrique et acétique. Mais la présence dans le régime de référence d'acide acétique seul produit un effet sensiblement analogue.

La réalité d'un accroissement de la synthèse de matières grasses consécutives à une ingestion d'acides gras volatils (acide acétique), se traduit plutôt par une augmentation du volume de lait sécrété que par une élévation du taux lipidique de celui-ci, taux qui constitue un caractère génétique dont « l'hérabilité » est très élevée (voir première partie, chap. III).

Nos données fournissent sans conteste un argument favorable à la thèse de la participation du seul acide acétique au travail lipogénétique de la glande mammaire. Mais nous devons cependant faire remarquer qu'au cours de ces dernières expériences (essai III), l'amplitude des réactions mammaires consécutives à l'ingestion d'une dose double d'acétate (groupe A) ou à l'absorption d'une association acéto-butyrique (groupe B), paraît nettement plus faible que celle provoquée lors du précédent essai (II), grâce à l'administration de quantités sensiblement analogues d'une combinaison d'acides gras identiques (groupe A) ou d'ensilage (groupe C).

La cause principale de cette différence d'intensité réactionnelle pourrait, nous semble-t-il, être recherchée dans l'augmentation de la ration de foin, qui est passée de 4 kg qu'elle était durant l'essai II à 6,5 kg pendant l'essai III, augmentation qui a entraîné un accroissement notable des quantités de cellulose digestible ingérées journellement par les animaux. En effet, pendant la période expérimentale (*b*) de l'essai II, le groupe expérimental A a absorbé quotidiennement 965 g de cellulose digestible contre 973 g consommés par le groupe témoin (B). Dans le présent essai, le groupe A ayant reçu de l'acétate seul, a disposé, au cours de la période *b*, de 1 087 g de cellulose digestible. Le groupe B a ingéré, pendant la période au butyrate seul (*b*), 1 083 g — lors de l'administration du mélange butyrate + pyruvate (période *c*) 1 106 g — et durant la période de traitement avec l'association butyrate + acétate (*d*), 1 396 g. Or, on sait que la fermentation de la cellulose dans le rumen (35) (voir également première partie, p. 134), donne naissance principalement à de l'acide acétique, tandis qu'il s'y forme peu d'acide butyrique.

Il se pourrait par conséquent, que ces suppléments de cellulose digestible ingérée aient engendré, au cours de nos dernières expériences (III), des quantités d'acide acétique plus importantes que dans l'essai II, et contribué ainsi à masquer partiellement au niveau de la glande mammaire, l'effet produit par les acides gras volatils administrés.

L'existence probable, dans la glande mammaire, d'équilibres endogènes entre la synthèse et la dégradation du genre de ceux bien établis maintenant pour les organes internes (22), justifie un tel raisonnement.

Une question se pose cependant : par quel mécanisme l'acide acétique parvient-il à s'intégrer dans la synthèse des acides gras du lait de ruminant ?

C. — Mécanisme de l'intégration de l'acide acétique dans le processus de la lipogénèse mammaire du ruminant

Une très récente étude expérimentale de biochimie, effectuée sur ce sujet par POPJAK, FRENCH, HUNTER et MARTIN (23), éclaire quelque peu le mode de formation des acides gras de lait de ruminant.

Ces auteurs ont séparé et identifié les acides gras individuels du lait récolté chez la chèvre, après une injection d'acétate marqué (22) (voir également p. 342-343) ; ils ont mesuré la teneur en ^{14}C de tous les acides gras allant de C_2 à C_{18} , et également celle de l'acide oléique.

L'identification des acides gras et la détermination de leur degré de pureté ont été faites à l'aide de méthodes chromatographiques. Des techniques spécifiques ont permis d'aboutir à la décomposition chimique des acides ainsi séparés.

A la suite de ces dégradations, les auteurs ont constaté que seul le carbone carboxyle de l'acide acétique contient du ^{14}C . La dislocation de l'acide butyrique a révélé la présence de quantités égales de ^{14}C dans le carbone 1 (COOH) et dans le carbone 3, tandis que les carbones 2 et 4 étaient totalement inactifs. Ceci indiquerait que l'acide butyrique a été synthétisé dans la mamelle par la condensation de 2 unités d'acétate, de contenu isotope égal, le carbone méthyle de l'un s'étant accolé au carbone carboxyle de l'autre.

La dégradation de l'acide caproïque semble démontrer que l'acétate ne doit pas être considéré comme l'unique source de l'acide butyrique, car seuls les carbones 1, 3 et 5 de l'acide caproïque contiennent du ^{14}C . L'activité spécifique du carbone 1 est environ 2,5 fois de celles des carbones 3 et 5, dont les activités spécifiques sont égales à celle des carbones 1 et 3 de l'acide butyrique. Il semblerait donc que la synthèse de l'acide caproïque a lieu par élongation de la plus courte chaîne, équivalente au carbone carboxyle de l'acide butyrique, à l'aide d'une addition d'acétate.

La différence entre les teneurs en ^{14}C des parts « acétique » et « butyrique » de l'acide caproïque, et le fait observé en cours d'expérience que les ressources métaboliques en acide caproïque dans la glande mammaire sont très faibles, amènent les auteurs à conclure que l'acide butyrique synthétisé dans la mamelle est constamment dilué environ 2,5 fois par un composé en C_4 non isotope.

La synthèse des acides caprylique et caprique s'effectuerait par un mécanisme semblable à celui de l'acide caproïque, c'est-à-dire par une élongation de la chaîne de ce dernier acide, à l'aide d'une addition d'acétate.

Les acides laurique, myristique et palmitique seraient probablement formés au moyen du même mécanisme à partir de chaînes moins longues, mais il semblerait cependant que les cellules mammaires possèdent une source appréciable de ces acides.

Les acides stéarique et oléique auraient par contre une origine différente et dériveraient de précurseurs contenus dans le sang, autres que l'acétate.

Cette étude démontre que la formation des acides gras du lait résulte du métabolisme endogène des cellules mammaires. Les acides gras venant du sang seraient probablement décomposés en unités de C_2 , qui se combineraient ensuite à l'acétate exogène.

Les principales phases de cette synthèse seraient, d'après ces auteurs : 1^o l'élongation échelonnée de chaînes d'acides gras à la limite du carboxyle par addition d'unités en C_2 dérivées de l'acétate ; 2^o la participation d'un constituant en C_4 à la formation de l'acide butyrique.

La concentration d'acide butyrique dans le sang périphérique est très basse. Parmi les corps cétoniques présents en quantités considérables dans le torrent circulatoire, la mamelle de vache en lactation retient l'acide β -hydroxybutyrique. Ceci fait supposer aux auteurs précités que ce dernier produit contribue, en tant que seconde source, à la formation d'acide butyrique. 40 % environ de cet acide proviendraient ainsi de l'acétate, et les 60 % autres sont supposés dériver de l'acide β -hydroxybutyrique.

On peut s'étonner que la glande mammaire, susceptible de former de l'acide butyrique et d'autres acides gras de lait à partir d'acétate, s'avère incapable, d'après nos expériences, d'intégrer directement l'acide butyrique d'origine alimentaire, dans la synthèse lipidique. Le fait est apparemment illogique, à moins qu'il ne puisse s'expliquer par la remarque de FAVARGER (7), d'après laquelle « les études exécutées depuis une vingtaine d'années sur la dégradation et la synthèse de composés biogéniques, ont montré que l'organisme ne se préoccupe guère de faire l'économie d'un stade réactionnel intermédiaire. Pour élaborer une substance à partir d'une autre, le passage par un élément simple est probablement la voie ordinaire ».

* * *

Nos recherches laissent de côté la répercussion de la lipogénèse accrue sur l'intensité de la synthèse des autres constituants du lait. Il nous semble que les acides gras volatils doivent intervenir directement dans le processus de l'élaboration des lipides et que ce n'est qu'indirectement, par suite de la mise en jeu de facteurs inconnus réglant les équilibres endo-

gènes de la sécrétion mammaire, que ces acides entraînent une augmentation du volume de lait sécrété et, par conséquent, de la quantité absolue de protides, glucides, etc... synthétisés dans la glande.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Notre dessein a été d'étudier les incidences sur les fonctions mammaires et plus particulièrement sur l'élaboration des lipides du lait, de l'introduction dans le régime alimentaire de la vache en lactation, d'« ensilage » (matières végétales aqueuses conservées par fermentation en silo).

Une étude bibliographique succincte de la lipogénèse mammaire du ruminant montre que, parmi les précurseurs présumés des graisses de lait, pourraient également figurer des métabolites issus de la dégradation glucidique s'effectuant dans la panse du polygastrique.

La similitude des processus fermentaires que subissent les glucides dans le rumen et au sein d'un « ensilage », nous a incité à rechercher si l'ingestion d'acides acétique et butyrique, naturellement formés dans ce dernier cas, est susceptible de stimuler la lipogénèse mammaire.

L'étude expérimentale de cette hypothèse, que nous avons entreprise sur la vache, fait ressortir que :

I. — Toutes les fois qu'on introduit dans un régime inchangé et équilibré par ailleurs, de l'ensilage ou un mélange d'acides acétique et butyrique, on observe une augmentation sensible des quantités de lait et de matière grasse totale sécrétées par la glande mammaire.

II. — L'administration séparée *per os* d'acide butyrique ne provoque pas de changement dans les quantités totales de lipides élaborées par la mamelle. Celle d'acide acétique semble exercer, par contre, une action favorable et analogue à l'effet produit par l'absorption d'un mélange d'acides butyrique et acétique. Ce fait demanderait cependant un complément d'expérimentation étant donné la faible signification statistique du phénomène physiologique observé.

De ces deux acides gras volatils, seul l'acide acétique paraît donc participer directement à la lipogénèse mammaire chez la vache. Ce qui est en faveur des hypothèses formulées par RITTENBERG et BLOCH, FOLLEY et FRENCH.

Le contenu de l'ensilage en ce métabolite pourrait donc expliquer le mode d'action de cet aliment, ayant pour conséquence la formation accrue de graisses de lait.

III. — L'accroissement de la synthèse d'acides gras consécutive à une ingestion d'ensilage ou d'acide acétique, se traduit plutôt par une augmentation du volume du lait sécrété que par une élévation du taux lipidique de ce lait.

IV. — Les aliments susceptibles d'accroître le taux d'acides gras volatils circulant dans le sang, en particulier ceux conservés par ensilage, constituent un régime très favorable à l'activité physiologique de la mamelle. Ils semblent pouvoir atténuer dans une grande mesure, la fâcheuse influence exercée par les carences lipidiques d'origine alimentaire, sur les facultés lipogénétiques de la vache en lactation, et maintenir ces dernières à un niveau plus élevé que ne le fait la betterave.

ADDENDUM

Incidentement, nos recherches permettent également d'affirmer que l'efficacité des betteraves introduites à fortes doses dans le régime de la vache en lactation, est très discutable. Celles-ci se montrent incapables de créer des conditions de nutrition optimum compatibles avec une activité mammaire normale, surtout chez les moyennes et faibles productrices de lait.

On peut supposer que, parmi les déficiences probables de la betterave, son extrême pauvreté en lipides contribue très manifestement à l'affaiblissement de la fonction lipogénétique de la glande. Il se pourrait cependant que, dans cet aliment, d'autres facteurs d'origine biochimique parviennent également à exercer une influence défavorable sur la sécrétion. L'existence et la nature de tels facteurs restent à déterminer.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) AUBEL (E.). — Les fermentations, *Presses Univ.*, 1952, 75-77.
- (2) 172 de. *Beretning f. forsog. Laborat.*, Copenhagen, 1937.
- (3) BLOCH (K.), KRAMER (W. J.). — *Bioch., J.* 1948, **173**, 811.
- (4) COWIE (A. T.), DUNCOMBE (W. C.), FOLLEY (S. J.), FRENCH (T. H.), GLASCOCK (R. F.), MASSART (L.), PETERS (G. J.), POPJAK (J.). — *Bioch. J.*, 1951, **49**, 610.
- (5) DIJKSTRA (N. D.). — *Landbouwk. Tids.*, 1951, **2**, 95.
- (6) DIJKSTRA (N. D.), DAMMERS (J.). — *Landbouwk. Tids.*, 1951, **11**, 727.
- (7) FAVARGER (P.). — *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 1951, **33**, 924.
- (8) FOLLEY (S. J.). — *Biol. Rew.*, 1949, **24**, 316.
- (9) GODFERNEAUX (J.). — *Rev. Zoot.*, 1930, **2**, 11.
- (10) GALE (E. F.). — *The chemical activities of Bacteria* (London), 1951, 143.
- (11) KELLNER (O.). — *Ernähr. d. Landwirt. Nutztiere*, Berlin, 1910, 133, 158.
- (12) KNIERIEM (W.). — *Zeitschr. f. Biol.*, 1885, **21**, 139.
- (13) LEROY (A. M.), ZELTER (Z.). — *Ann. Zootechn.*, 1952, **1**, 87.
- (14) MALLEVRES. — *Arch. f. Ges. Physiol.*, 1891, **49**, 460.
- (15) MALPRESS (F. H.). — *Proc. Roy. Soc. Med.*, 1946, **39**, 805.
- (16) MANN (A. I.), SHAW (J. C.). — *J. Dairy Sci.*, 1947, **30**, 183.
- (17) MC CLYMONT (C. L.). — *Austr. J. Agric. Res.*, 1951, **2**, 92.
- (18) MC DOUGALL, cité par DANIELLI et collab. — *J. Exp. Biol.*, 1945, **22**, 75.
- (19) MUNK (J.). — *Arch. f. Ges. Physiol.*, 1890, **46**, 322.
- (20) OWEN (E. C.). — *J. Dairy Res.*, 1951, **18**, 113.

- (21) PAASCH (E.). — *Bioch. Zeitschr.*, 1925, **160**, 333.
 - (22) POPJAK (G.), FRENCH (T. H.), FOLLEY (S. J.). — *Bioch. J.*, 1951, **48**, 411.
 - (23) POPJAK (G.), FRENCH (T. H.), HUNTER (G. D.), MARTIN (A. J. P.). — *Bioch. J.*, 1951, **48**, 612.
 - (24) POWEL (R. C.). — *J. Dairy Sci.*, 1941, **24**, 504.
 - (25) SCURTI (F.), PAVARINO (G.). — *Angew. Chem.*, 1937, **50**, 839.
 - (26) SHAW (J. C.). — *J. Dairy Sci.*, 1946, **29**, 183.
 - (27) SHAW (J. C.), KNODT (C. B.). — *J. Biol. Chem.*, 1941, **138**, 287.
 - (28) SHAW (J. C.), PETERSEN (W. E.). — *J. Biol. Chem.*, 1943, **147**, 639.
 - (29) SHAW (J. C.), POWEL (R. C.), KNODT (C. B.). — *J. Dairy Sci.*, 1942, **25**, 909.
 - (30) SPINDLER (A.). — *Rev. Zootech.*, 1933, **1**, 37.
 - (31) VEZZANI (V.), CARBONE (E.). — *Angew. Chem.*, 1937, **50**, 839.
 - (32) WATSON (S. J.), FERGUSON (W. S.). — *J. Agric. Sci.*, 1936, **26**, 337.
 - (33) WATSON (S. J.). — *Nutrit. Abstr. et Rev.* 1948, 49, **18**.
 - (34) WILFING (H.). — *Zeitschr. f. Biol.*, 1885, **21**, 625.
 - (35) WOODMANN (H. E.), EVANS (R. E.). — *J. Agric. Sci.*, 1938, **28**, 43.
 - (36) ZUNTZ (N.), MERING (V.). — *Arch. f. Ges. Physiol.*, 1883, **32**, 172.
-