

SUR LES ALTÉRATIONS ACIDOGÈNES DU LAIT (1)

par

le D^r ALBERT FOURNIER

Ancien préparateur titulaire à la Sorbonne.

Les altérations du lait sont fonction de l'animal qui le produit, des corps étrangers à cet animal dès après l'instant de sa sécrétion mammaire, enfin des variations énergétiques qu'il subit à partir de ce moment.

DUCLAUX a montré que du lait extrait de la mamelle dans des conditions suffisantes d'asepsie peut se conserver indéfiniment, et sans doute alors son *acidogénie* demeure-t-elle négative ou inchangée.

En pratique, ces conditions d'asepsie ne sont jamais réalisées. Le lait est contaminé dès sa sécrétion, au niveau des canaux galactophores, même chez des animaux reconnus sains. A l'émission il contient donc déjà des germes étrangers dont le nombre augmente par tous les apports ultérieurs à cette émission et peut augmenter encore par leur multiplication dans le milieu de culture qui leur convient. Le lait abandonné à lui-même dans ces conditions, à la température ordinaire, *s'aigrit* progressivement. Cette altération acidogène est la plus fréquente. PASTEUR (*An. Chim. Phys.*, 3^e série, t. CCCCXI) a démontré qu'elle est sous la dépendance de l'activité vitale d'un microbe qui transforme le *lactose* en *acide lactique* et auquel on a donné le nom de *ferment lactique*.

Mais il n'y a pas qu'un ferment lactique. Il en existe des variétés nombreuses, parmi lesquelles DUCLAUX a distingué les ferments capables de scinder presque théoriquement la molécule d'un *sucre* en autant de molécules d'*acide lactique* qu'il en faut pour que son poids soit égal à celui du sucre dont il est issu. Une *hexose*, par exemple, donne : $C^6H^{12}O^6 = 2 C^3H^6O^3$. Ces ferments portent le nom de *ferments lactiques vrais*. Conservant cette dénomination, avant ORLA-JENSEN (*Dairy Bact.*, Londres, 1931), j'ai classé les *ferments lactiques* (Ce qu'on doit entendre par ferments lactiques, « Tribune Médicale », 18 avril 1908) en trois groupes : *ferments lactiques vrais* (voir plus haut), *ferments paralactiques* donnant au moins une proportion d'acide lactique variant de 3 à 4% jusqu'au voisinage des proportions théoriques ; et *ferments pseudolactiques* ne fournissant qu'une quantité inférieure d'acide lactique.

D'autre part, de tous les éléments étrangers à la mamelle, capables d'entraîner l'altération *acidogène* du lait, il ne semble pas

(1) Communication au Congrès de l'Association pour l'avancement des Sciences, 22 septembre 1938, Arcachon (Gironde).

douteux que la *litière* souillée de^s excréments de l'animal — et qui porte le nom de *bouse* quand il s'agit de la vache — passe en première ligne. Il y avait donc intérêt à la choisir plus particulièrement pour en étudier l'action. Pour compléter cette étude, il eut été intéressant d'en isoler les *ferments acidogènes* et de les faire intervenir à leur tour sur le lait, soit dans leur ensemble, soit séparément. Ainsi isolés, leur énergie d'acidification, semble-t-il, serait plus énergique que celle de la *bouse* avec les effets de laquelle elle pourrait alors être comparée.

A ce point de vue il y avait mieux à faire. C'était de s'adresser directement aux *ferments lactiques vrais* qui font défaut dans la *bouse*. Avec l'énergie acidogène de celle-ci j'ai donc étudié comparativement l'énergie acidogène des *ferments lactiques vrais*.

Toutes les substances ayant vécu s'altèrent avec une rapidité plus ou moins grande sous les influences les plus diverses, ne serait-ce que par *autolyse*, si elles étaient complètement à l'abri des atteintes extérieures. Ces dernières sont constituées par les corps étrangers solides, liquides ou gazeux parmi lesquels sont des êtres vivants en particulier microbiens. A ces corps étrangers il faut ajouter le concours de la chaleur, de l'électricité, de la lumière et sans doute de bien d'autres radiations. En ce qui concerne le lait, la chaleur joue sans nul doute le rôle le plus important et le plus facile aussi à suivre dans ses effets. Mes expériences ont donc été faites à *différentes températures*, toutes les autres causes d'altération restant d'ailleurs les mêmes pour le lait expérimenté, pendant la durée de ces expériences.

1° Acidogénie du lait par la bouse de vache

On a opéré sur un *volume constant* du mélange de cette bouse avec le lait du même animal, tout en faisant varier le *rapport lait sur bouse*. 20 grammes de cette *bouse* ont été délayés dans un litre de lait d'une manière aussi homogène que possible, chaque prélèvement étant effectué après agitation préalable du liquide pour maintenir en suspension les parties les plus denses. 20 grammes d'une autre portion de la même *bouse* pèsent à l'état sec 10 grammes, la dessiccation ayant été effectuée à la température et à la pression barométrique ordinaires pour éviter des pertes en principes volatils. Au surplus, tous les éléments de la *bouse*, puisqu'elle avait été mélangée directement au lait, s'y trouvaient intégralement et leur déshydratation sur une autre portion donnait leur poids minimum.

Le volume choisi total et constant des mélanges fut de 5 cm³ considéré comme le plus maniable à tous les points de vue : rapidité d'exécution sur des produits altérables, sur l'équilibration des

températures, et cela grâce au faible volume intervenu, et d'autre part volume cependant suffisant pour permettre des mesures faites avec une approximation d'erreur maxima de 2 à 3%.

Le lait sur lequel j'ai expérimenté est de consommation alimentaire courante à Paris. Je l'ai supposé *pur, propre et sain*, trinité hygiénique adoptée comme devise par la « Ligue du Lait », filiale de la « Société de Pathologie comparée ».

5 cm³ de lait étaient donc propres théoriquement ; sa propreté allait en diminuant par apports progressifs de *bouse* et de même son *coefficient de propreté* que j'ai défini par la relation :

$$K = 100 - 100 p$$

(p = poids des souillures solides variant de 0 à 1 gramme par litre, maximum d'impureté qu'on puisse admettre le plus généralement).

L'*acidogénie* augmentait avec le poids des impuretés, tandis qu'en même temps diminuait le *coefficient de propreté*. J'évaluais cette *acidogénie* par un second coefficient :

$$K' = 100 a$$

(a = poids d'acide lactique divisé par 10, variant de 1 à 10 grammes par litre).

Je désigne ce coefficient sous le nom de *coefficient d'altération acide*.

Dans des tubes à essais marqués sans interruption de la série des nombres entiers, les opérations ont été effectuées aux températures suivantes en degrés centigrades : — 15° maintenue pendant plus de 10 heures consécutives ; de 18 à 20° température de notre laboratoire ; à 37° ; à 60° température de *pasteurisation basse* pendant 30 minutes ; à 80° température de *pasteurisation haute* pendant 20 minutes ; à 100° pendant 15 minutes ; à 105° pendant 10 minutes.

Les volumes des liquides mis en expérience, prélevés avec des pipettes graduées dont chacune était affectée au même liquide : tantôt le lait pur, tantôt le lait souillé. Les dosages d'acidité, mesurés au moyen de burettes donnant le 1/100^e de centimètre cube pour réduire les erreurs au minimum, étant donné les faibles volumes des liquides expérimentés. La liqueur alcaline de DORNIC donnant en grammes par litre l'acidité en *acide lactique* a été utilisée. La *phtaléine du phénol* fut l'indicateur de virage et l'action des *réductases* du lait, appréciée par le *bleu de méthylène*.

Pour cette communication, l'espace et le temps nous étant mesurés, nous ne donnons ici que les résultats numériques obtenus à la température de notre laboratoire, 18-20°, nous réservant cependant d'associer aux conclusions tirées de ces nombres, ci-joints

annexés avec les graphiques correspondants, les conclusions relatives aux autres températures.

On voit (tableaux I et II) qu'à 18-20° le *coefficient d'altération acide* augmente quand diminue le *coefficient de propreté*, ce qui n'a pas lieu de surprendre. De plus, les valeurs du premier croissent de moins en moins avec le temps pour un même *coefficient de propreté*. Nous voyons passer ces valeurs de 20 en moyenne après une durée de 7 heures, à 35 après 24 heures et à 40 après 29 heures. L'altération tend vers une limite stable en augmentant de plus en plus lentement. Mais ce qui est surtout digne de remarque, c'est le peu de variation croissante du *coefficient d'altération acide* avec les grands écarts diminutifs du *coefficient de propreté* quelle que soit la durée d'observation. Ces deux coefficients sont donc loin d'être inversement proportionnels, comme on aurait pu le supposer.

D'autre part, les résultats numériques et les graphiques correspondants, exclus de ces pages, relatifs aux températures auxquelles nous avons également expérimenté, nous permettent de tirer les conclusions suivantes :

La congélation du lait, même à - 15° pendant plus de 10 heures, n'apporte aucune variation ni dans son degré d'acidité, ni dans l'activité de ses réductases. L'activité microbienne endormie pendant le refroidissement, se réveille au cours du relèvement de la température. Dès la décongélation l'acidité est égale à celle du lait primitivement non congelé.

Les souillures apportent alors un facteur nettement positif de fermentations acidogènes, quelle que soit d'ailleurs la température jusqu'à 60°, cette acidogénie étant également progressive, mais peu progressive, avec les quantités pondérales des souillures. A partir de 60° les différences s'atténuent jusqu'à disparaître à 100° et au-delà. *Le degré quantitatif de pollution du lait n'intervient que lentement sur ses altérations.* Un lait sale n'acquiert donc sa nocivité qu'en raison de la nature des apports toxiques et microbiens.

2° Acidogénie du lait par les ferments lactiques vrais

Nous sommes partis d'une culture de ces ferments, riche presque à parties égales de *bacilles* et de *cocci*. Après avoir étudié son acidogénie, j'ai pensé qu'il fallait faire de même avec les germes vivants isolés de leur milieu de culture. En effet, ce milieu apporte son acidité et sa dilution, sans compter d'autres éléments de sa composition dont l'action, quoique secondaire, pouvait ne pas être négligeable. Les germes isolés par *centrifugation* furent ensuite émulsionnés dans un volume déterminé de lait pur avant d'en éprouver l'action sur ce dernier. Mêmes expériences sur le lait écrémé, prévoyant que des *lipides* peuvent ne pas rester indifférents.

TABLEAU I
TEMPÉRATURE ORDINAIRE DU LABORATOIRE (18-20°)

Tubes	Lait	Souillures	Souillures par litre	Coefficient de propreté %	Durée (heures)	Aspect	Coloration	Dornic ‰	Coefficient d'altération acide %
Colorés au bleu M.	1	5 cm ³ + II g.			24	Pas de coagulation	Décolorés après 24 heures	3 56	35,60
	2	5 cm ³ + II g.							
	3	5 cm ³ + II g.							
	4	5 cm ³ + II g.						3 60	36,00
	5	5 cm ³ + II g.							
	6	5 cm ³ + II g.							
	7	5 cm ³ + II g.							
	8	5 cm ³ + II g.						1 90	19,00
	9	5 cm ³ + II g.							
	10	5 cm ³ + II g.							
Colorés au bleu M.	106	5 cm ³ + 0	0,00	100,00	24	Pas de coagulation	Décolorés après 24 heures	1 96	19,60
	107	4 cm ³ + 1 cm ³	2,gr.	80,00					
	108	2 cm ³ + 3 cm ³	6,00	40,00					
	109	5 cm ³ + 0 g.						2 08	20,80
	110	5 cm ³ + 0	0,00	100,00					
	111	4 cm ³ + 1 cm ³	2,00	80,00					
	112	2 cm ³ + 3 cm ³	6,00	40,00					
	113	5 cm ³ + 1 g.						1 98	19,80
	154	5 cm ³ + 0	0,00	100,00					
	155	4 cm ³ + 1 cm ³	2,00	80,00					
156	2 cm ³ + 3 cm ³	6,00	40,00	3 80	38,00				
157	5 cm ³ + I g.								
158	5 cm ³ + 0	0,00	100,00						
159	4 cm ³ + 1 cm ³	2,00	80,00						
Colorés au bleu M.	160	2 cm ³ + 3 cm ³	6,00	40,00	24	Non décolorés En partie décol. Non décolorés Déc. complètem. apr. 48 heures.	3 80	38,00	
	161	5 cm ³ + I gr.							

Dornic fait après un séjour de 24 heures au laboratoire.

Dornic fait après un séjour de 7 heures au laboratoire.

Dornic fait après un séjour de 29 heures au laboratoire.

TABLEAU II
TEMPÉRATURE ORDINAIRE DU LABORATOIRE (18-20°) (suite)

Tubes	Lait	Souillures	Souillures par litre	Coefficient de propreté %	Durée (heures)	Aspect	Dornic %	Coefficient d'altération acide %		
162	5 cm ³ + 0		0,00	100,00	24	Coagulation débutante dans tous les tubes	2,14	21,40		
163	0 + 5 cm ³		10 gr.	0,00			2,60	26,00		
164	4 cm ³ + 1 cm ³		2,00	80,00	2,28		22,80			
165	2 cm ³ + 3 cm ³		6,00	40,00	2,46		24,60			
183	5 cm ³ + 0		0,00	100,00	6,12		61,20			
184	4 cm ³ + 1 cm ³		2,00	80,00	6,52		65,20			
185	2 cm ³ + 3 cm ³		6,00	40,00	7,04		70,40			
186	0 + 5 cm ³		10,00	0,00	7,68		76,80			
165'(1)	5 cm ³ + 0		0,00	100,00	28		Coagulation débutante dans tous les tubes	8,00	80,00	
166	4 cm ³ + 1 cm ³		2,00	80,00				9,00	90,00	
167	2 cm ³ + 3 cm ³		6,00	40,00				9,44	94,40	
168	0 + 5 cm ³		10,00	0,00				9,80	98,00	
169	5 cm ³ + 0		0,00	100,00				8,06	80,60	
170	4 cm ³ + 1 cm ³		2,00	80,00				9,80	98,00	
171	2 cm ³ + 3 cm ³		6,00	40,00		8,24				82,40
172	0 + 5 cm ³		10,00	0,00		8,24				82,40
173	5 cm ³ + 0		0,00	100,00		Après un séjour de 29 heures au labo- ratoire.				
177	5 cm ³ + 0		0,00	100,00						
178	4 cm ³ + 1 cm ³		2,00	80,00						
179	2 cm ³ + 3 cm ³		6,00	40,00						
180	0 + 5 cm ³		10,00	0,00	9,80		98,00			
181	5 cm ³ + 0		0,00	100,00	9,60		96,00			

(1) Ne pas confondre le tube 165' avec le tube 165.

Comme avec la *bouse* de vache, dans des tubes à essais numérotés nous avons opéré sur des mélanges d'un *volume constant* égal à 5 cm³ en faisant seulement varier les rapports $\frac{L. P.}{F. L. C.}$ et $\frac{L. E.}{F. L. C.}$ où L. P. désigne le lait pur, L. E. le lait écrémé, et F. L. C. les *ferments lactiques centrifugés et émulsionnés* dans un volume de ce lait égal au même volume de la culture.

L'examen des nombres réunis dans le tableau III ci-joint, à la température du laboratoire 18-20°, nous permet les observations suivantes :

On peut approximativement considérer qu'on opère, dans tous les tubes, sur un volume constant de 5 cm³ de L. P. ou de L. E. puisque les ferments centrifugés n'occupent qu'un volume pratiquement négligeable dans le lait, identique à L. P. où ils furent dilués. Ces expériences nous donnent des résultats comparables à ceux obtenus avec la *bouse* de vache.

À 37° les acidités provoquées par F. L. C. sont supérieures aux acidités correspondantes de la culture lactique, ce qui se comprend puisque la dilution du lait ne joue plus de rôle ; ce qui explique l'avance de la coagulation qui s'avère *compacte* dans tous les tubes dès la huitième heure d'étuve. Enfin *l'indice d'acidification A-A'* (c'est de ce nom que je désigne cette différence), plutôt positif pour L. P., est plutôt négatif pour L. E.

Nos expériences ont également porté, à la température de 18-20° et à 37°, sur les mélanges de lait avec la *culture débarrassée de ses germes vivants* ; avec une *solution d'acide lactique* d'une acidimétrie égale à celle de la culture ; enfin avec de l'*eau distillée* stérile. Nous avons ainsi fait la part des éléments les plus importants concourant à l'*acidogénie* du lait par comparaison avec sa dilution avec l'eau.

Conclusion générale

La richesse en *ferments acidogènes*, même parmi les plus puissants, n'a qu'une influence médiocre sur l'altération acide du lait, aussi bien à la température ordinaire qu'à 37°. Or les souillures du lait sont responsables de cette *acidogénie* par les *germes acidogènes* qu'elles contiennent. *La quantité de ces germes n'a donc qu'une importance très relative sur l'altération acide du lait, conclusion commune à la bouse de vache et aux ferments lactiques vrais.* Par conséquent, ce qui est vrai pour les seconds l'est à plus forte raison pour les premiers. S'il convient de ne pas négliger la détermination pondérale des souillures puisqu'elle prend sa part des altérations, il faut surtout en rechercher la *nature car leur qualité a beaucoup*

TABLEAU III
TEMPÉRATURE ORDINAIRE DU LABORATOIRE (18-20°)

Tu- bes	L. P. (cen- timè- tres cubes)	F. L. C. (cen- timè- tres cubes)	Après 8 heures de séjour au laboratoire				Après 20 heures de séjour au laboratoire				Après 24 heures de séjour au laboratoire				Observations	
			Acidité en grammes				Acidité en grammes				Acidité en grammes					
			Pour 5 cm ³		Pour 1.000 cm ³		Pour 5 cm ³		Pour 1.000 cm ³		Pour 5 cm ³		Pour 1.000 cm ³			
			Acidité totale	Somme des acid. part.	Acidité totale	Somme des acid. part.	Acidité totale	Somme des acid. part.	Acidité totale	Somme des acid. part.	Acidité totale	Somme des acid. part.	Acidité totale	Somme des acid. part.		
59	5	0	0,0105	—	2,1	—	0,020	—	4,0	—	0,0325	—	6,5	—	On observe que, d'une manière gé- nérale, l'aci- dogénie, tou- tes choses égales d'ail- leurs, est su- périeure avec le mélange L + F. L. C. qu'avec le mélange L + F. L. ce qui se com- prend puis- que le lait n'est pas dilué.	
60	4	1	0,0100	0,0106	2,0	2,12	—	—	—	—	0,0325	—	6,5	—		
61	3	2	0,0110	0,0107	2,2	2,14	0,0235	0,0204	4,7	4,08	0,0290	—	5,8	—		
62	2	3	0,0110	0,0108	2,2	2,16	0,0225	0,0206	4,5	4,12	0,0315	—	6,3	—		
63	1	4	0,0115	0,0109	2,3	2,18	—	—	—	—	0,0330	—	6,6	—		
64	0	5	0,0110	—	2,2	—	0,021	—	4,2	—	0,0365	—	7,3	—		
	L. E.															
95	5	0	—	—	—	—	0,014	—	2,8	—	0,0205	—	4,1	—		
96	4	1	0,0100	0,0100	2,0	2,0	—	—	—	—	0,0225	0,0207	4,5	4,14		
97	3	2	0,0105	0,0100	2,1	2,0	—	—	—	—	0,0240	0,0209	4,8	4,18		
98	2	3	0,0105	0,0100	2,1	2,0	—	—	—	—	0,0210	0,0211	4,2	4,22		
99	1	4	0,0105	0,0100	2,1	2,0	—	—	—	—	0,0215	0,0213	4,3	4,26		
100	0	5	0,0100	—	2,0	—	—	—	—	—	0,0215	—	4,3	—		

L. P. = Lait pur.

L. E. = Lait écrémé.

F. L. C. = Ferment lactique centrifugé.

plus d'importance que leur quantité. La numération microbienne, sans être négligeable, reste secondaire. A défaut d'une détermination microbiologique qualitative, on pourrait se contenter d'apprécier le temps de décoloration du bleu de méthylène et de considérer les coefficients de propreté et d'altération acide qui donnent des résultats intéressants, sur la propreté du lait, sur sa conservation, par conséquent sur la quantité des microbes sans avoir à les compter, et par déduction celle des pathogènes ; sur les soins dont le lait a été l'objet ; enfin sur sa valeur alimentaire et hygiénique.

BIBLIOGRAPHIE

- PASTEUR. *An. Chim. Phys.*, 3^e série, t. CCCCXI.
- Albert FOURNIER. De l'emploi des ferments en vue de la désinfection intestinale. *Presse Médicale*, 26 janvier 1907. Quelques aperçus sur la nutrition et les fermentations, Masson, éditeur, juin 1907.
- Albert FOURNIER. Ce qu'on doit entendre par ferments lactiques. *Tribune Médicale*, 18 avril 1908.
- RETTGER. Bactéries lactiques. Congrès international de Laiterie, Washington, 1923.
- HAGLUND, BARTHEL, SANDBERG. Teneur du lait en bactéries lactiques. *Essais de laiterie*, n° 25, 1923.
- COSMOVICI. Action des ions H sur la coagulation du lait. *Bull. Soc. Ch. Biol.*, 1925 et 1934.
- TANNER et HARDING. Des bactéries thermophiles du lait. *Centralblatt für Bakt.*, 1926.
- VIRTAMEN et KARSTROM. De la fermentation lactique. *Hoppe Seyler Zts.* 1926.
- Albert FOURNIER. Microbes pathogènes et ferments lactiques. « Ligue du lait », 25 octobre 1927.
- A. TAPERNOUX. Relation entre l'acidité actuelle et l'acidité potentielle du lait. *Le Lait*, 1928.
- JAUCKE. Les bactéries thermophiles dans le lait. *Milch..Forsch.*, 1928.
- Theodoro MORENO. Le lait acidophile. *Boletín del Minist. de Agric. de la Nacion* (Rep. Arg.), 1929.
- HUSSONG et HAMMER. Sur un bacille thermophile coagulant le lait. *Journal of bactériol.*, 1928. — *Ann. de Gembloux*, août 1929.
- HARDING et WARD. Observations sur l'action des bactéries thermophiles dans le lait pasteurisé. *Intern. Assoc. of Dairy Milk. Inspections* (Ann. Rep.), 1930. — *Chim. et Ind.*, 1932.
- Albert FOURNIER. Microbes saprophytes, microbes pathogènes et ferments lactiques. *Le Lait*, octobre-novembre, décembre 1930.
- Ch. PORCHER et LAMBERT Action favorisante du *Bacillus subtilis* dans la fermentation lactique. *Le Lait*, 1930.
- ORLA-JENSEN. *Dairy Bact.*, J. et A. CHURCHILL, Londres, 1931.
- C. GORINI. Acidoprotéolytes et thermophiles dans la pasteurisation du lait. *Le Lait*, 1931.
- BLACK. Viabilité de cultures de *Lactobacillus acidophilus* et de *Lactobacillus*

- bulgaricus* conservées à des températures différentes. *Journal of Dairy Science*, 1931.
- HARRIMAN et HAMMER. Variation de la coagulation et de la protéolyse du lait par le *Streptococcus lactis*. *Journal of Dairy Science*, 1931.
- BAUMANN. A propos de la relation entre la teneur en matières sales et le nombre de germes du lait. *Pelweizerischen milch.*, 1932.
- Robert S. BREED. Les bactéries thermophiles du lait pasteurisé par la pasteurisation basse. *Le Lait*, 1933.
- AUBEL et SIMON. Sur la fermentation lactique. *C. R. Soc. Biol.*, 1933.
- GENEVOIS et NICOLAIEFF. Potentiel d'oxydo-réduction de la fermentation lactique bactérienne. *C. R. Soc. Biol.*, 1934.
- C. GORINI. La signification des bactéries thermorésistantes et thermophiles dans le lait stérilisé, pasteurisé et cru. *Congrès mondial de Laiterie*, Rome, Milan, 1934.
- Albert FOURNIER. Sur un coefficient de propreté du lait. « Ligue du Lait », 28 mars 1935. *Revue de Path. comp.*, juin-juillet 1935. — *Presse Méd.*, 21 septembre.
- Albert FOURNIER. Recherches sur l'acidogénie du lait. *Bulletin de la Société de Chimie biologique*, février 1938.

PROGRÈS RÉCENTS EN CHIMIE LAITIÈRE

par

W. L. DAVIES

(fin)

IV. LES PRODUITS DE L'INDUSTRIE LAITIÈRE

a) Le beurre

1. Texture. — LYONS [134] a pu relier la dureté de différents beurres à leur indice d'iode et à leur teneur en acide stéarique. Il a constaté que le beurre de Nouvelle-Zélande et d'Australie était plus dur que celui d'Irlande ou de Danemark et que la non saturation des matières grasses était plus faible dans les beurres les plus durs. L'indice d'iode du beurre est plus élevé lorsque les vaches sont alimentées dans les pâturages : cette valeur augmente au fur et à mesure que la saison avance. La fertilité du sol n'a pas d'influence sur la composition du beurre. Les modifications de la dureté du beurre qui se produisent au début et à la fin de la période de pâturages ne sont pas entièrement dues à une différence de composition, mais aussi à une différence d'état physique des matières grasses qui est elle-même due aux facilités plus ou moins grandes de refroidissement. COULTER et COOMBS [135] signalent que l'on améliore la texture du beurre par un refroidissement rapide de la crème à des températures inférieures à 5 C^o. et par un barattage à température aussi basse que possible.