

de concentration du lait en présence d'une grosse quantité de sucre ne laissent pas intacts ses constituants, et plus spécialement les substances protidiques. Nos résultats n'ont aucune prétention à avoir déjà résolu ce problème, trop heureux si nous avons, en soulevant un coin du voile, jeté sur lui quelque clarté.

ACTINISATION DU LAIT

par

JEAN VIEILLY

et

JEAN HARDER

Docteur-Vétérinaire, Industriel laitier,
Grenoble.

Ingénieur Agronome E. P. Z.,
Chef d'exploitation de la Laiterie Moderne,
Grenoble.

(Fin.)

Donnons maintenant un aperçu des quelques observations faites au cours de nos essais sur les laits actinisés.

I. ACTION DE L'ACTINISATION SUR LES LAITS

L'actinisation n'altère pas l'aspect extérieur du lait. Aucune transformation n'est visible, aucune différenciation à ce sujet avec le lait cru, aussi bien de suite après l'actinisation qu'après un temps plus ou moins long.

L'examen organoleptique ne décèle aucun goût d'huile, et, de l'avis de tous ceux qui ont goûté ce lait, en comparaison avec du lait cru, en ignorant lequel était le lait actinisé, ce dernier fut toujours trouvé plus savoureux, plus sucré. Est-ce la raison pour laquelle les enfants le boivent plus facilement, et aussi le supportent mieux ? Nous en avons eu la preuve en faisant des essais sur un groupe d'enfants. Parmi ceux-ci se trouvait un hérédosyphilitique, type dont l'état était stationnaire et végétatif depuis plusieurs mois, et qui ne pouvait garder aucun lait. Le lait actinisé fut très bien accepté dès la première fois, et, après quinze jours, une amélioration sensible était visible, reprise de poids, air plus éveillé, joues colorées, etc.

Mais revenons à l'influence de l'actinisation sur le lait. La montée de la crème est la même que dans le lait cru. Quant à l'acidité, l'actinisation ne paraît pas devoir l'influencer. A ce sujet nous exprimerons toujours l'acidité en grammes par litre. Complètement d'accord sur ce point avec le Professeur A. MONVOISIN, il nous paraît plus logique, la densité et la matière grasse s'exprimant en grammes, d'employer la même unité pour l'acidité.

Si l'actinisation n'a pas d'influence quantitative sur l'acidité, elle en a une qualitative par contre, et sur laquelle nous reviendrons.

J. PROKS (*Le Lait*, mars 1933, page 336), au cours des essais faits

sur des laits actinisés mais surtout au point de vue bactériologique, dit avoir remarqué une sensible diminution de l'acidité (de 1°3 à 2° S.). Pour nous, au cours de nos essais nous n'avons remarqué que 3 diminutions d'acidité de l'ordre de 0 gr. 05 et que nous ne pensons pas devoir attribuer à l'actinisation. Il est vrai que le temps d'exposition à l'action des rayons ultra-violets de J. PROKS était de 15 minutes alors que pour nous il est de 1/10^e de seconde.

Les effets d'une irradiation rapide sont supérieurs à ceux d'une longue exposition, car l'actinisation n'agit pas en profondeur, mais est toujours proportionnelle à la surface pour une intensité donnée. HALLAC et NASSAU avaient d'ailleurs démontré en 1926 que le lait brut possédait une forte action curative après une simple et rapide exposition aux rayons ultra-violet.

Le départ de l'acidité est retardée par l'actinisation. On remarque même pour certaines intensités une baisse de l'acidité après 12 heures environ. L'acidité ensuite suit celle du lait cru avec un certain retard.

Un exemple-type est celui que nous donnons ici. Nous l'avons retrouvé avec à peu près les mêmes écarts au cours de tous nos essais :

Température du lait	Acidité après :					
	0 h.	12 h.	24 h.	48 h.	72 h.	
10°	1,5	1,55	1,55	1,55	1,8	lait pasteurisé
10°	1,5	1,5	1,7	2	2,8	lait cru
10°	1,5	1,6	1,6	1,7	2,55	lait actinisé

Les échantillons étaient conservés à une température variant de 4 à 15°. Le lait pasteurisé avait été ramené à la température de 10° afin d'avoir un témoin et de placer tous les échantillons dans les mêmes conditions.

L'actinisation par contre a une influence sur la densité du lait ; phénomène qui retient toute notre attention, mais que nous n'avons pas encore pu expliquer. Nous avons tout d'abord cru à des erreurs de lecture, mais de nombreux essais répétés nous ont bien prouvé que l'actinisation abaissait le poids spécifique du lait et du sérum.

C'est en cherchant l'explication du goût plus savoureux du lait actinisé (nous pensons jusqu'à preuve du contraire à une influence sur les sucres) que nous avons été amenés à nous demander si la densité ne subissait pas, elle aussi, l'influence de l'actinisation. Nous voulions savoir d'autre part si un chauffage après l'actinisation ne diminuerait pas les qualités du lait.

Nous partions de lait actinisé à la température d'arrivée à la laiterie, c'est-à-dire entre 12 et 14° C. Des échantillons étaient chauffés à 20, 30, 40 et 50°, puis ramenés à la température de l'actinisation. Chaque fois, le lait actinisé avait une densité plus faible sans cependant que nous puissions fixer une constante d'écart.

L'influence de l'actinisation paraît non seulement tenir à l'intensité, ce qui serait normal, mais aussi à la qualité du lait cru de départ.

L'influence du chauffage ne peut d'autre part être mis en cause, ce que nous pensions tout d'abord, car de nombreux essais nous ont montré que des échantillons de lait cru chauffés aux mêmes températures et dans les mêmes conditions ne montraient aucune différence de densité, pas plus que leurs sérums.

Un léger chauffage du lait actinisé entre 30 et 40°, augmente l'influence de l'actinisation. Observation que nous avons faite souvent sur les caillots des lacto-fermentateurs. Ce serait donc la température optima, à laquelle il faudrait chauffer le lait avant de le donner aux enfants. C'est d'ailleurs à cette température que la densité semble le plus influencée ; entre 40 et 50°, le poids spécifique augmente.

	Densité lait	Densité sérum
Lait cru, température 12°	1,0315	1,0297
Lait cru chauffé à 20°, ramené à 12° ...	1,0315	1,0297
Lait cru chauffé à 30°, ramené à 12° ...	1,0316	1,0297
Lait cru chauffé à 40°, ramené à 12° ...	1,0315	1,0296
Lait cru chauffé à 50°, ramené à 12° ...	1,0315	1,0297

Le même lait après actinisation :

Lait actinisé à 12°	1,0309	1,0288
Lait actinisé chauffé à 20°, ramené à 12°.	1,0302	1,0284
Lait actinisé chauffé à 30°, ramené à 12°.	1,0295	1,0278
Lait actinisé chauffé à 40°, ramené à 12°.	1,0298	1,0285
Lait actinisé chauffé à 50°, ramené à 12°.	1,0304	1,0287

Du petit-lait de fabrication de fromages blancs pris dans la cuve, filtré et passé à l'actinisateur, avait la densité abaissée de 1,0274 à 1,0265 à la sortie de l'appareil.

On pouvait se demander si le même phénomène ne se reproduisait pas dans la nature avec le soleil comme source de rayons ultraviolets. Nous donnons ici, d'après nos analyses hebdomadaires de contrôle sur une période de 6 mois, la moyenne des densités et des extraits secs dégraissés de 4 ramassages :

- 1° Ramassage altitude moyenne 800 mètres.
- 2° Ramassage altitude moyenne 1.000 mètres.
- 3° Ramassage altitude moyenne 700 mètres.
- 4° Ramassage altitude moyenne 450 mètres.

Mois	Densité				Extrait sec dégraissé				Moyenne	Moyenne
	1	2	3	4	1	2	3	4	Densité	E. s. dég.
Janvier	31,4	31,6	32,4	32,5	8,87	8,77	9,15	9,07	31,97	8,96
Février	32	32	32,4	32,5	8,99	8,9	9	9,1	32,22	8,99
Mars	32	32,1	32,9	31,3	9	9	9,1	8,9	32,07	9
Avril	31,8	31	32,4	32,2	8,9	8,7	9,1	8,98	31,85	8,92
Mai	31,7	30,6	32,2	31,4	8,9	8,6	9	8,7	31,47	8,8
Juin	31,4	31	31,2	30,4	8,7	8,65	8,7	8,4	31	8,61
Juillet	30,8	30,8	31,4	31,3	8,5	8,7	8,9	8,82	31,07	8,73

L'influence des rayons ultra-violetes solaires doit se manifester non seulement sur la nourriture mais aussi sur les vaches. Jusqu'à fin mars, début d'avril, le bétail dans nos régions est tenu à l'étable.

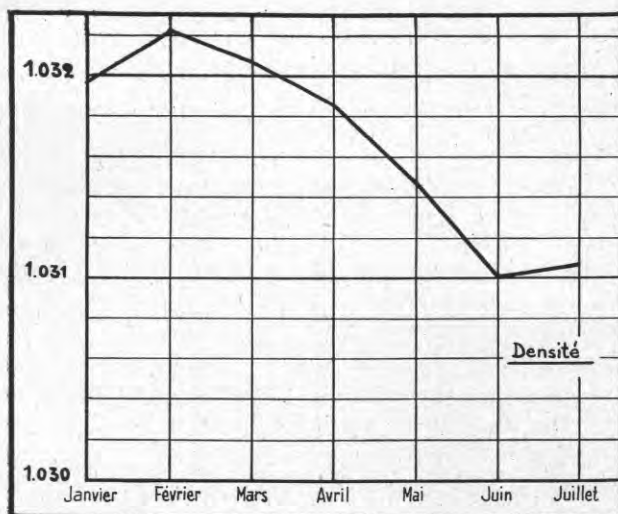
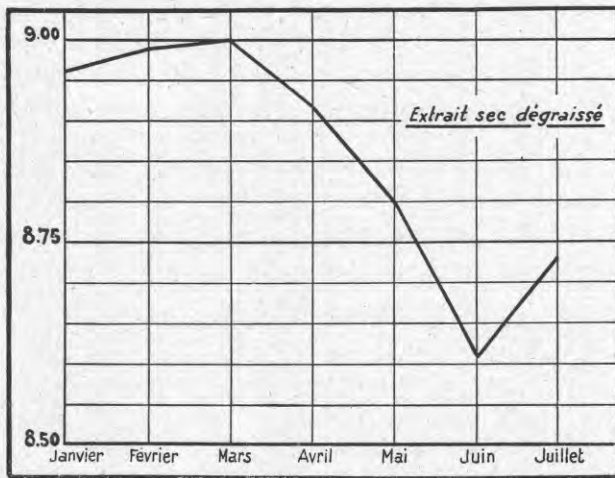


Fig. I.

Puis la grande majorité est mis en pâture, ou est employé pour les différents travaux de la saison. Comme il s'agit surtout de petites exploitations, les vaches sont plus employées que les chevaux. En tous cas, si les vaches ne sortent pas, elles sont du moins pendant ce temps nourries à l'herbe. Il serait intéressant d'entreprendre quelques essais sur cette concordance. Nous allons pour notre part suivre la chose.

D'autres laiteries pourraient peut-être, d'après leurs analyses de contrôle, faire les mêmes constatations ou entreprendre les mêmes

essais. On sait l'influence du vent sec du Midi sur la quantité du lait, il y a peut-être une influence du nombre de jours ensoleillés sur la densité des laits ? Il y a en tous cas une concordance troublante, ne serait-ce là qu'une hypothèse ?



Eig. II.

Réductase. — Les essais de la réductase étaient toujours combinés avec les autres recherches. Elle portait aussi sur des échantillons de lait chauffés à différentes températures, mais ramenés immédiatement à une température témoin : celle de l'actinisation du lait cru.

Les essais étaient tenus au bain-marie à 40°. Le lait pasteurisé à 82° était témoin.

Mise au bain-marie 10 h. 27	11 h. 27	12 h. 27	13 h.	17 h.
1. Lait pasteurisé, température 12°	10	10	10	10
2. Lait cru, température 12°	7	4	décol.	décol.
3. Lait actinisé, température 12°	8	7	6	décol.
4. Lait actinisé chauffé à 20°, ramené à 12	6	décol.	décol.	décol.
5. Lait actinisé chauffé à 30°, ramené à 12	6	6	6	décol.
6. Lait actinisé chauffé à 40°, ramené à 12	décol.	décol.	décol.	décol.
7. Lait actinisé chauffé à 50°, ramené à 12	8	9	8	4

Nous avons donné les notes de 1 à 10 aux différents échantillons, par comparaison avec le lait pasteurisé auquel nous donnions la note 10. Pendant la 1^{re} heure, si les laits nos 3, 4 et 5 se décolorent plus rapidement que le lait cru, pendant la 2^e heure la décoloration

s'arrête, elle reprendra durant la 3^e heure, au bout de laquelle le lait sera complètement décoloré. On sera surpris par la résistance à la décoloration du lait actinisé chauffé à 50°. Du lait chauffé à 50°, puis ramené à 12° et actinisé ensuite, possède les mêmes qualités. On peut peut-être en rendre responsable la température assez élevée pour certains organismes décolorant le plus facilement le bleu de méthylène.

Nous ne pensons pas devoir faire intervenir ici la réductase aldéhydique, n'ayant ajouté aucun réducteur à notre solution. Faut-il y voir l'action des rayons ultra-violets ?

Donnons un autre exemple :

Réd. Mise au bain-marie à 10 h.	11 h. 10	12 h. 20	15 h.	17 h.
1. Lait pasteurisé à 85°, ramené à 12° ...	10	10	10	10
2. Lait cru, température 12°	7	décol.	décol.	décol.
3. Lait actinisé, température 12°	8	7	6	décol.
4. Lait actinisé chauffé à 20°, ramené à 12	6	décol.	décol.	décol.
5. Lait actinisé chauffé à 30°, ramené à 12	6	6	6	décol.
6. Lait actinisé chauffé à 40°, ramené à 12	décol.	décol.	décol.	décol.
7. Lait actinisé chauffé à 50°, ramené à 12	8	9	8	4

Catalase. — Pour les essais de la catalase, nous avons employé une solution d'eau oxygénée à 10 volumes. Nous mélangions dans les tubes à essai 10 cm³ de lait et 10 cm³ d'eau oxygénée, et les plaçons au bain-marie à 40° C. Nous mesurons le volume d'oxygène après ½ heure et 1 heure.

Catalase. Mise au bain-marie à 11 h.	11 h. 30	12 h.
1. Lait past. à 85°, refroidi à 12° C.	1	1
2. Lait cru, température 12° C.	10	13
3. Lait actinisé, refroidi à 12° C.	8	12
4. Lait actinisé chauffé à 20°, refroidi à 12°	8	11
5. Lait actinisé chauffé à 30°, refroidi à 12°	8	12
6. Lait actinisé chauffé à 40°, refroidi à 12°	8	12
7. Lait actinisé chauffé à 50°, refroidi à 12°	7	10

Le lait cru employé pour les essais précédents a été soumis aux mêmes températures que le lait actinisé.

Catalase. Mise au bain-marie à 10 h. ½	11 h.	11 h. 30
1. Lait cru, température 12° C.	10	13
2. Lait cru chauffé à 20°, refroidi à 12°	7	10
3. Lait cru chauffé à 30°, refroidi à 12°	9	11
4. Lait cru chauffé à 40°, refroidi à 12°	10	13
5. Lait cru chauffé à 50°, refroidi à 12°	10	11

Lactofermentation. — L'essai du lacto-fermentateur nous a donné des résultats qui nous posaient moins de points d'interrogation. L'action de l'actinisation produit une amélioration du caillot visible à l'œil le moins exercé. L'épreuve du lacto-fermentateur a souvent prêté à discussion. Certains ne veulent lui reconnaître qu'une valeur toute relative. Il est certain que cette épreuve ne peut renseigner sur la quantité de microorganismes contenus dans le lait, mais elle nous donne des renseignements précieux sur leur qualité. Quelle méthode plus simple nous renseignera mieux sur les germes gazéifiants. Nous n'insisterons pas non plus sur les précieux services rendus à la fabrication, le lacto-fermentateur est certainement le seul appareil qui ne devrait pas manquer dans aucune fromagerie.

Nous adoptons pour la classification des caillots les appellations courantes, trop connues des gens de métier pour que nous insistions. Nous donnons des notes de 1 à 3, 1 étant la meilleure note.

Il semble que l'actinisation doit avoir une influence heureuse sur la flore lactique. Est-ce parce que son pouvoir microbicide la favorise ou l'épargne, ou est-ce qu'une transformation de certains composés chimiques du lait permet aux ferments lactiques de se développer plus facilement aux dépens des autres microorganismes ? Y a-t-il une sélection parmi la flore ? Si les rayons ultra-violets détruisent certains microbes, favorisent-ils le développement d'autres espèces ? Comment, en sortant un peu de la question, expliquer le vieillissement immédiat de la bière après son passage dans l'actinisateur ! On constate une amélioration qualitative de l'acidité. Par l'actinisation, certaines espèces nuisibles au lait, telles que celle des germes gazéifiants et celle des agents provocateurs du lait filant, sont radicalement détruites. Dans nos régions, les différentes espèces de lait filant sont assez fréquentes, quoique pas très actives. Le caractère filant s'arrête d'ordinaire à la crème et n'atteint pas le développement qu'il nous est arrivé de voir dans certaines fromageries.

L'amélioration due à l'actinisation se fait d'ailleurs aussi bien sentir sur les laits pasteurisés. Le caillot lui-même change de goût. Comme le lait cru actinisé, il devient plus savoureux, le grain est plus fin et les bulles gazeuses que l'on observe fréquemment quand on partage un caillot dans le sens de la longueur, sont considérablement réduites, et, très souvent, disparaissent complètement.

Les plus beaux caillots nous ont été donnés pour certaines intensités et les nombreux essais faits à ce sujet nous ont montré qu'un chauffage après l'actinisation (température optima entre 30 et 40°) augmentait l'amélioration apportée au caillot. Le petit-lait est plus limpide, plus transparent, se sépare mieux du caillé qui, lui, est plus ferme comparativement à celui du lait cru.

Sur la photographie donnée ci-après, fig. III, l'échantillon de gauche est celui d'un lait cru, celui du milieu, d'un lait actinisé, et celui de droite, d'un lait pasteurisé. Nous dirons tout de suite que les bulles de gaz du lait cru ne sont pas du tout dessinées ainsi que nous l'affirmait un jour un visiteur à qui nous ne pouvions plus faire voir le caillot. On remarque facilement l'amélioration apportée au caillot par l'actinisation. Il présente encore quelques ouvertures ; si la pâte des caillots de cru et d'actinisé était du type gélatineux,

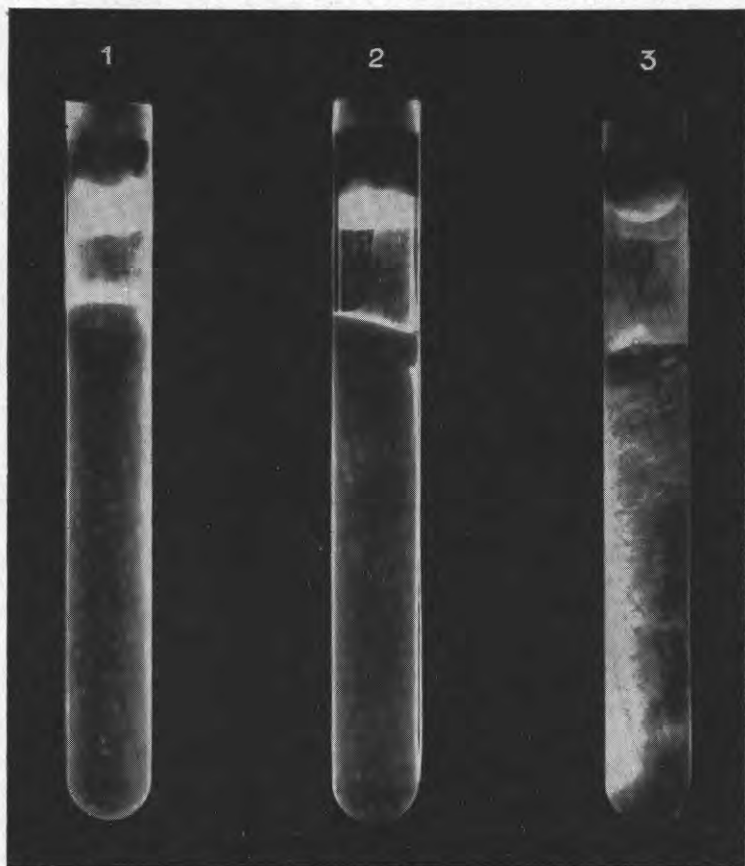


Fig. III Lait cru

Lait actinisé
Essai au lactofermentateur

Lait pasteurisé

quoique cette appellation nous paraisse impropre, le grain de l'actinisé était plus régulier à la coupe et le goût n'était pas le même. Quant au caillot du pasteurisé il était nettement floconneux 3.

L'intensité a son importance. Il y a toujours pour un lait donné une intensité optima.

Nous choisissons ici quelques photos parmi les essais nombreux faits à ce sujet. Dans ce cas nous passâmes 47 échantillons du même lait avec des intensités variant de 1 à 100.

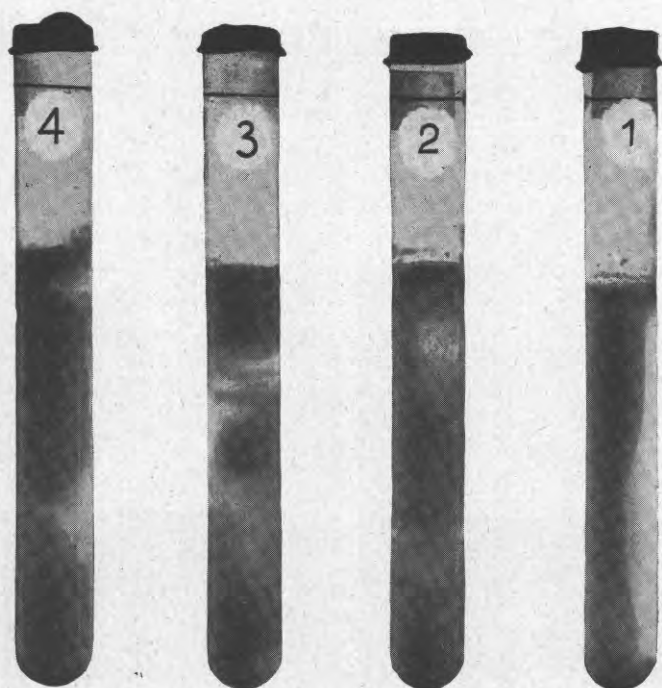


Fig. 1V.

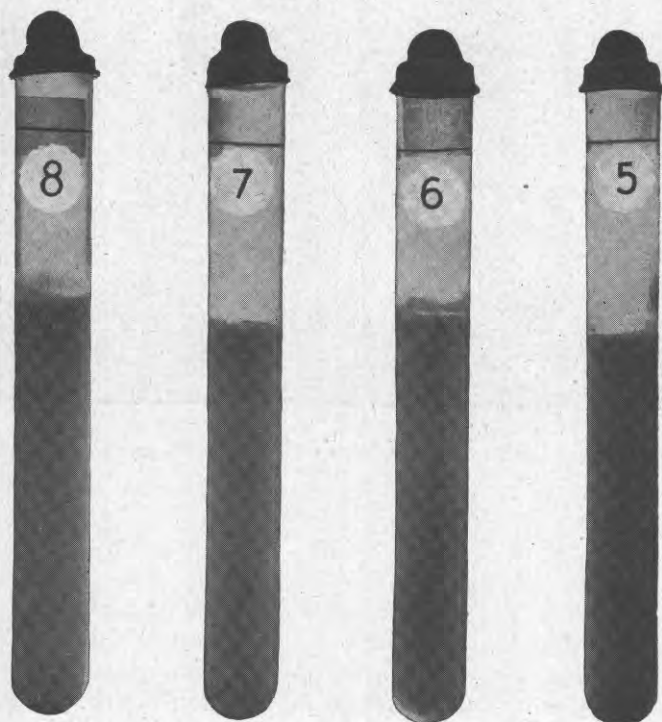


Fig. V.

Echantillon n° 1, lait pasteurisé. Echantillon n° 2, lait cru. Echantillons 3-47, lait cru actinisé.

Les premiers échantillons de lait actinisé sont très près du lait cru ou pasteurisé. Le caillot est un mélange gélatineux et floconneux. Mais, à partir du n° 21, les caillots nettement gélatineux s'améliorent. L'intensité du n° 47 fut l'intensité optima, non seulement au point de vue amélioration de la qualité, mais aussi au point de vue prix de revient et utilisation rationnelle des lampes.

L'influence de la température et de l'actinisation sont intéressantes à remarquer dans les coupes des caillots obtenus avec la présure. Les 3 échantillons ci-dessus sont d'un même lait : cru (n° 1), pasteurisé (n° 2) et actinisé (n° 3).

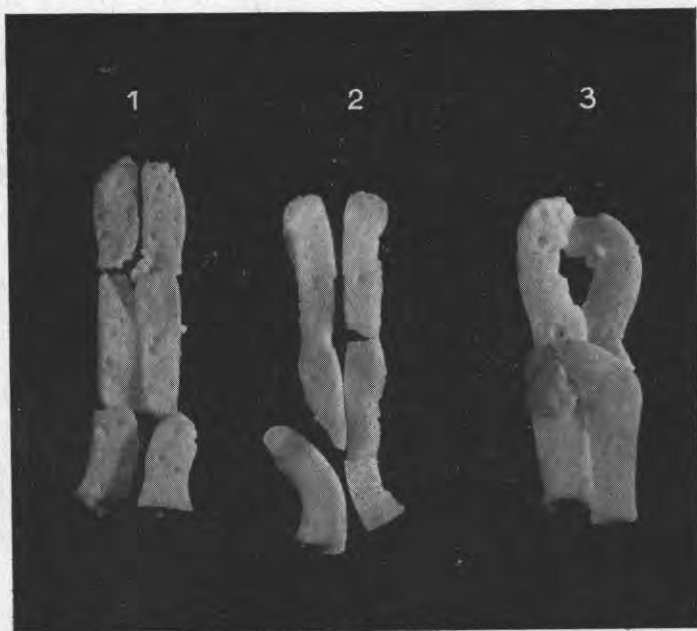


Fig. VI.

Lait cru

Lait actinisé

Lait pasteurisé

Essai à la présure.

Action microbicide. Influence sur le milieu

L'action bactéricide des rayons ultra-violets est un sujet qui prête à bien des controverses. Si l'action directe des rayons ultra-violets sur le microorganisme ou sur un milieu de culture quelconque

(gélose, gélatine, etc.) est admise à peu près par tous, pour beaucoup, le pouvoir germicide doit rencontrer un obstacle insurmontable dans l'opacité du lait. Ce qui est vrai pour l'actinisation en surface ou en couche mince, ne l'est plus pour le développement laminaire du lait dans les tubes capillaires de l'appareil de Stoutz.

Pour nos essais nous nous sommes servis surtout de la méthode de Burri sur pente d'agar décrite par W. DORNER, dans le *Lait* (1), et que nous avons eu l'occasion d'employer il y a quelques années. Cette méthode nous a paru la plus simple et la plus rapide, et les pourcentages d'erreurs ne paraissent pas devoir être plus élevés que dans les autres. D'ailleurs, pour nos recherches, nous n'avions pas à faire œuvre de bactériologiste, mais à nous entourer de tous les renseignements nécessités par une mise au point rapide de l'appareil de Stoutz. L'effet quantitatif nous intéressait plus que le qualitatif, sans cependant négliger ce dernier.

Nos essais nous ont confirmé ce que d'autres avaient trouvé bien avant nous (2). L'influence germicide ne peut être niée. Les rayons ultra-violets agissent directement sur les microorganismes et le milieu.

Pour le lait nous avons obtenu avec des intensités différentes un pouvoir bactéricide de 17 à 85 %, le temps d'actinisation étant constant et égal à 1/10^e de seconde.

	Col. par centimètre cube
Lait cru non actinisé	160.000
Lait pasteurisé	12.000
Lait cru actinisé, intensité 3	81.000
Lait cru actinisé, intensité 7	47.000
Lait cru actinisé, intensité 11	112.000
Lait cru actinisé, intensité 31	132.000
Lait cru actinisé, intensité 33	24.000
Lait cru actinisé, intensité 43	33.000
Lait cru actinisé, intensité 47	24.000

Ces résultats furent obtenus sur de nombreux échantillons pris au cours de nos essais. La rapidité des prises et l'approximation des résultats par de nombreux témoins nous ont montré les services que la méthode de Burri pourrait rendre à l'industrie laitière. En effet, les erreurs moyennes variaient de 12 à 20 % dans les cas extrêmes, ce qui nous paraît négligeable pour la pratique courante.

Nous avons d'autre part repris les expériences de PROKS, en faisant agir directement les rayons ultra-violets sur les colonies microbiennes ou sur le milieu de gélatine et de gélose. Nous avons exposé dans la machine, à 18 centimètres d'une lampe à vapeur de mercure, des boîtes de Petri ouvertes et des tubes de verre et de quartz à

(1) W. DORNER et P. DEMONT, *Le Lait*, novembre et décembre 1931.

(2) V. not. PROKS, *Le Lait*, mars 1933.

pente de gélose inclinée. Le temps d'exposition variait de 5 à 30 minutes, mais nos essais ont surtout porté sur des temps plus courts de 5 à 15 minutes.

Les colonies sur gélose exposées 15 minutes aux rayons ultra-violets étaient tuées et, réensemencées, ne se développaient pas. Si, au contraire, nous exposions la gélose en l'ensemencant ensuite au moyen de germes vivants, nous remarquions que les colonies n'étaient pas détruites au contact du milieu, mais ne se développaient qu'après un temps plus ou moins long dépendant du temps d'exposition, comme si la gélose, ayant emmagasiné des rayons ultra-violetts, se défendait contre le développement des colonies. Pour prendre une image dans un autre ordre d'idée, le milieu nutritif sous l'action des rayons ultra-violetts recevrait comme la peau un « coup de soleil ». Celui-ci étant passé les colonies se développent, mais moins rigoureusement, cependant, que sur le milieu non actinisé servant de témoin.

Ceci nous a amené à penser que la gélose et le milieu en général exposé à l'action directe des rayons ultra-violetts subissait peut-être une transformation chimique, que nous n'avons pu vérifier, mais absorbait aussi des rayons ultra-violetts pour un temps proportionnel à l'exposition.

En effet, si nous exposions une boîte de Pétri ouverte contenant de la gélose à l'action des rayons ultra-violetts dans les conditions décrites plus haut, pendant 30 minutes nous obtenions les phénomènes suivants. Une infection en surface ne donnait aucun résultat positif ou, si les colonies se développaient, ce n'était qu'après 24 ou 36 heures et toujours moins vigoureusement que sur la boîte témoin. Si, au contraire, on rayait la surface de la gélose en l'infectant, les colonies ne se développaient que dans le sillon creusé par l'infection pour déborder ensuite après un certain temps.

Nous avons exposé aussi des tubes de verre et de quartz à pente d'agar inclinée. L'action des rayons ultra-violetts s'y faisait sentir de la même façon, moins nettement cependant pour les tubes de verre que pour les boîtes de Pétri ou les tubes de quartz. L'influence des rayons ultra-violetts est plus forte lorsqu'on actinise directement les colonies que le milieu nutritif. Pour les tubes en verre, l'exposition doit être beaucoup plus longue, et, contrairement à ce que beaucoup nient, une partie des rayons ultra-violetts traverse le verre :

	Colonies après :	
	24 heures	48 heures
Tube (verre) de gélose exposé aux U. V. 15' .	16	27
Tube (verre) de gélose exposé aux U. V. 30' .	9	15
Tube (quartz) de gélose exposé aux U. V. 15' .	9	10
Tube (quartz) de gélose exposé aux U. V. 30' .	4	7
Tube témoin de gélose non exposé aux U. V. .	37	62.

Après 48 heures, les colonies ne se développaient plus. On remarquait cependant la formation d'un voile qui s'étendait sur toute la surface.

Avitaminose. Carence. — Nous ne citerons pas ici tous les essais qui ont été faits sur le pouvoir antirachitique du lait actinisé. Ils sont nombreux et suffisamment probants. Nous n'en avons pas fait nous-mêmes, car le temps exigé est long et l'appareillage relève plus du laboratoire de recherches que de la petite industrie.

Si certains résultats obtenus jusqu'à ce jour ne concordaient pas, il n'en faut accuser ni les chercheurs ni le pouvoir d'actinisation, mais plutôt le manque de normalisation de la technique, et l'absence de toute machine simple et pratique donnant des résultats constants.

C'est seulement lorsque le lait actinisé sera au cours de nombreux essais d'une qualité constante qu'on arrivera à fixer son pouvoir antirachitique et à le mesurer quantitativement.

Le Dr LESNÉ demandait dans la *Presse Médicale* (octobre 1936) qu'on imposât aux fabricants d'indiquer le nombre d'unités antirachitiques de leurs produits irradiés. Ce serait juste et logique, et on comprendra d'autant plus l'importance de ceci quand on saura que le nombre des différents produits irradiés est très grand.

Le Dr LESNÉ, parlant de ses recherches avec S. SIMON sur les huiles de foie de morue, indiquait que 80 % de ces produits sont complètement inefficaces contre le rachitisme expérimental.

Il est vrai qu'il faudrait avant toute chose s'entendre sur la définition de l'unité, et déterminer une unité internationale.

Pour le lait actinisé, nous pouvons affirmer que la chose serait possible et facile à garantir. Sans vouloir nous étendre sur ce sujet où la bibliographie est extrêmement riche et facile à consulter, nous rappellerons seulement pour mémoire les nombreux travaux entrepris par les laboratoires allemands et américains (voir notamment SUPPLEE et DORCAS, *Le Lait*, I. II., 1934).

Conservation. — Du fait des déplorables conditions de ramassage et de production dans la plupart des régions, l'actinisation ne peut pas remplacer, partout, la pasteurisation. Par contre, avec une production normale, la combinaison actinisation et froid est largement suffisante pour assurer une conservation normale.

Pour nos essais, nous sommes partis de laits de ramassage présentant une infection bactériologique moyenne et une acidité normale. Le lait était filtré sur ouate à l'arrivée. Nous avons pensé tout d'abord à la nettoyeuse centrifuge, mais les essais entrepris nous ont montré que si son action était indéniable sur les poussières et les leucocytes, elle augmentait considérablement la teneur bactérienne par la dispersion des colonies. Les bons filtres à lait actuels

fonctionnent tous à chaud, et un filtre pratique et peu encombrant pour les laits froids (10 — 15°) est encore à inventer.

Pour nos essais de conservation nous avons toujours prélevé deux échantillons : l'un était conservé à l'étuve entre 15 et 20°, l'autre au frigorifique à + 4°.

Citons deux exemples dans les tableaux I et II :

TABLEAU I.

	Acidité grammes après heures :				
	0	6	24	48	72
1. Lait cru, température 15°	1,5	1,5	1,7	2,3	caillé
2. Lait cru actin., temp. 15°	1,5	1,55	1,55	2,35	—
3. Lait cru act., temp. 15°, refroidi 4°	1,5	1,5	1,5	2	—
1. Lait cru température, 15°	1,5	1,4	1,6	1,6	2,1
2. Lait cru act., temp. 15°	1,5	1,5	1,4	1,4	2,2
3. Lait cru act., temp. 15°, refroidi 4°	1,5	1,4	1,4	1,4	1,9

Les échantillons 1 à 3 étaient tenus à l'étuve à 15°, 1' à 3' au frigorifique à + 4°. Après 48 heures, les échantillons 1 à 3 minutes étaient conservés à l'étuve à 15° pendant 24 heures.

Pour l'essai suivant, l'actinisation fut précédée d'un chauffage du lait à 30°.

TABLEAU II.

	Acidité après heures :					
	0	24	48	60	72	80
1. Lait cru, température 15°	1,6	1,9	5,2	caillé		
2. Lait cru actinisé à 30°, ramené à 15° ..	1,6	1,7	4,8	—	—	
3. Lait cru act. à 30°, ramené à 4°	1,6	1,65	3,9			
1. Lait cru, température 15°	1,6	1,5	1,65	1,65	2,1	3,1
2. Lait cru act. 30°, ramené à 15°	1,6	1,6	1,6	1,6	2	3,2
3. Lait cru act. 30°, ramené à 4°	1,6	1,6	1,6	1,6	1,8	2,3

Les échantillons 1 à 3 étaient tenus à l'étuve à 18°, 1' à 3' au frigorifique à + 4°, après 48 heures 1' à 3' étaient conservés à l'étude à 18°.

L'actinisation et les laits de fabrication

Nos recherches sur l'actinisation des laits destinés à la fabrication ont été nombreuses et certaines sont encore en cours. Beaucoup n'ont pu être malheureusement que des essais de laboratoire, nos installations ne nous permettant pas d'en entreprendre de plus grande envergure.

Nous ne doutons pas cependant que réalisés sur une plus grande échelle, ces essais ne donnent les mêmes résultats. L'actinisation offre en fabrication, par l'amélioration qu'elle apporte au lait, des possibilités dont nous ne pouvons soupçonner l'étendue à l'heure actuelle. Il y a là un beau terrain de recherches pour les écoles laitières et les stations de recherches. Voudront-elles s'y lancer ou faudra-t-il encore que l'industrie privée prenne le pas sur elles comme cela s'est déjà vu tant de fois ?

Il faut reconnaître que nous en sommes à la limite de nos possibilités et de nos connaissances en fabrication. Nous ne pouvons plus réussir les fabrications que ceux d'il y a quelques décades obtenaient si facilement. Nos aînés n'ont pas tort quand ils déclarent que les fromages de leur temps étaient supérieurs à ceux d'aujourd'hui. Nous en avons dit les causes au sujet de la pasteurisation, nous n'y reviendrons pas ici, mais il faut constater que pour le lait comme pour le blé, le vin, ou les œufs par exemple, nous nous trouvons en face d'une transformation qualitative que l'analyse ne décèle pas toujours, mais qui n'en fait pas moins sentir ses effets sur l'organisme humain.

L'actinisation paraît devoir parer à ces déficiences en attendant que nous revenions à des méthodes de production plus normales et plus intelligentes, car la plupart du temps la fabrication est plus une question de chance qu'une question d'habileté et de métier. Nous ne reviendrons non plus ici sur ce que nous avons dit au sujet des essais au lacto-fermentateur. Ce n'est certes pas un critérium, certains signes tels que les gonflements ou les aspects « filants » qui apparaissent dans cette épreuve ne se manifestent pas toujours ensuite dans la fabrication, mais tels que, ces renseignements sont précieux pour les fabricants. Or l'amélioration apportée au caillé par l'actinisation ne peut être niée. Il y a non seulement une amélioration physique en ce sens que le caillé est plus ferme, plus fin de grain et s'égoutte mieux, mais aussi une amélioration du goût qui devient plus savoureux.

L'influence de l'actinisation n'est pas détruite par la chaleur. Pour le vérifier nous avons chauffé des laits crus et actinisés à différentes températures. Nous avons ensuite examiné l'action de la

présure, et les caillots du lacto-fermentateur. On trouvera au tableau suivant quelques résultats sur ce point :

	Lacto fermentateur	Présure	Colonies sur gélose après 24 heures
Lait cru, temp. 15°	gl ² fl ²	ca ²	+ 150
Lait cru actinisé, temp. 15°	gl ²	ca ²	30
Lait cru act. chauffé 50°	fl ¹	ca ²	100
Lait cru act. chauffé 70°	ca ¹	ca ¹	—
Lait cru act. chauffé 80°	ca ¹	ca ³	—
Lait cru act. chauffé 30'' à 95° ..	gl ¹	gl ¹	—

ca = caillot caséeux gl = caillot gélatineux fl = caillot floconneux.

Pour l'essai à la présure nous avons employé pour 40 cm³ de lait 5 gouttes de présure diluée (9 cm³ eau distillée, 1 cm³ présure liquide à 10.000). Le chauffage ne paraît pas avoir amoindri l'effet de l'actinisation. Les échantillons chauffés à 70, 80 et 95° mirent plus de temps pour cailler. Après 12 heures, ils étaient encore liquides, mais après 24 heures on ne remarquait aucune différence dans la fermeté des caillots avec celle des échantillons chauffés à des températures inférieures. A température et quantité de présure égale un lait actinisé caillera plus vite. Les laits alcalins ou paresseux à la présure sont influencés d'une façon visible par l'actinisation.

La température optima à laquelle l'actinisation produit son plein effet et à laquelle nous avons obtenu les résultats les plus réguliers et les plus satisfaisants se situe entre 30 et 40°.

L'actinisation des laits industriels

Nous avons fait aussi quelques recherches sur les laits en poudre et concentrés, actinisés après régénération. Nous remercions ici bien vivement les maisons qui ont mis gracieusement leurs produits à notre disposition.

Il aurait été beaucoup plus intéressant d'actiniser le lait avant la concentration ou sa dessiccation, et de comparer avec des laits non actinisés ou irradiés après leur traitement industriel. L'opération aurait été d'autant plus intéressante que jusqu'à ce jour, notamment pour les laits en poudre, il n'existait qu'une technique nettement insuffisante d'actinisation. La poudre de lait soumise à l'influence des rayons ultra-violets ne pouvait être de qualité « actinisé » constante. Pour l'actinisation avant dessiccation nous n'avons pas connaissance d'une machine pouvant irradier 2 à 3.500 litres-heure, sans pression de CO² ou sans communiquer de goût au lait.

Pour nos essais nous avons dû nous contenter de produits prêts à la vente. Nous avons néanmoins obtenu quelques résultats intéressants.

Les laits en poudre et concentrés sucrés ou non, possèdent toujours, si bien fabriqués soient-ils, quelques caractères rappelant leur traitement industriel. La caramélisation plus ou moins prononcée mise à part pour les laits stérilisés, on rencontre parfois une faible odeur de rance ou un goût argileux ou de cuit. Après actinisation, ces défauts étaient supprimés, ou du moins, à peine perceptibles. Le goût de sucre notamment dans le concentré est moins brutal et moins écœurant. Le concentré non sucré ne se distingue que difficilement, après actinisation, d'un lait ordinaire.

Selon le temps d'exposition aux rayons ultra-violets nous avons remarqué des différences d'acidité de 1 gr. à 1 gr. 5 avant et après actinisation ainsi que des diminutions de densité comme dans le lait naturel. L'acidité dans le lait actinisé après 24 heures était toujours plus grande que dans le non actinisé, ainsi que le montre le tableau suivant :

Lait en poudre régénéré								
Non actinisé				Après actinisation				
Acidité après 0 h.	12 h.	24 h.	48 h.	0 h.	12 h.	24 h.	48 h.	
En gr./l	1,7	1,7	1,9	2	1,7	1,7	1,9	3,9
Lait concentré sucré								
Non actinisé				Après actinisation				
Acidité après 0 h.	12 h.	24 h.	48 h.	0 h.	12 h.	24 h.	48 h.	
En gr./l	1,45	1,45	1,9	4,9	1,35	1,35	1,8	5
Lait naturel stérilisé								
Non actinisé				Après actinisation				
Acidité après 0 h.	12 h.	24 h.	48 h.	0 h.	12 h.	24 h.	48 h.	
En gr./l	1,85	1,9	1,95	2,4	1,85	1,85	1,9	2,6

L'épreuve du lacto-fermentateur et de la présure nous ont mieux montré l'influence de l'actinisation. Nous donnons au tableau suivant une réaction-type d'un lait concentré non sucré, produit industriel qui nous intéresse particulièrement pour des raisons que nous dirons plus loin.

Nous donnerons séparément, pour plus de clarté, les différentes réactions d'un même lait concentré non sucré régénéré, avant et après actinisation.

Non actinisé			
Acidité après	0 h.	12 h.	24 h.
En gr./l	1,7	1,7	1,9
Densité : 1,0299.			

	Echantillon Température 13°	Echantillon chauffé à 30° refroidi 13°	Echantillon chauffé à 50° refroidi 13°
Lacto ferm. . .	gl ³ . Nombreuses vésicules gazeuses	gl ² . Quelq. vésicules gazeuses	gl ¹ . Quelq. vésicules gazeuses
Présure	gl ² . Nombreuses vésicules gazeuses	gl ³ . Quelq. vésicules gazeuses	fl ¹ . Pas de vésicules gazeuses
Colonies sur gélose ap. 24 h.	6	4	51
— Apr. 48 h. .	47	25	133

Après actinisation

Acidité après . . .	0 h.	12 h.	24 h.	36 h.	94 h.	110 h.
En gr./l	1,55	1,5	1,5	1,8	3,2	caillé
Densité : 1,0289.						

	Echantillon Température 13°	Echantillon chauffé à 30° refroidi 13°	Echantillon chauffé à 50° refroidi 13°
Lacto-ferm. . .	gl ² . Pas de vésicules gazeuses	gl ² . Pas de vésicules gazeuses	gl ² . Pas de vésicules gazeuses
Présure	gl ² . Quelq. vésicules gazeuses	gl ² . Pas de vésicules gazeuses	gl ² . Pas de vésicules gazeuses
Colonies sur gélose ap. 24 h.	15	200	100
— Après 48 h.	23	+ 200	135

On remarquera tout d'abord la diminution de la densité dans l'actinisé, et la suppression du dégagement gazeux dans les lacto-fermentateurs et dans les essais à la présure. Pour ces derniers nous avons employé pour 45 cm³ de lait 5 gouttes de présure diluée (1 cm³ présure liquide à 10.000 pour 9 cm³ H²O). Nous lisions le résultat après 12 et 24 heures. Il y avait d'autre part une notable amélioration de goût et de saveur pour le lait actinisé.

L'acidité reste stationnaire pendant 24 heures alors que pour le lait non traité aux rayons ultra-violets elle partait lentement après 12 heures. Le lait actinisé supportait encore la cuisson après 36 heures, conservé à la température de 15° C.

En se basant sur les résultats précédents nous imaginons l'opéra-

tion suivante qui n'est pas empruntée aux « scènes de la vie future » et que nous soumettons aux fabricants de laits industriels :

1^o Fabrication en France d'un lait concentré non sucré actinisé.

2^o Expéditions (en wagons et bateaux frigorifiques) de récipients hermétiquement clos de 30 ou 50 litres pour Alger, Tunis, etc.

3^o Régénération, actinisation, mise en bouteilles sur place, au lieu de vente.

4^o Fabrication possible de yoghourt ou fromages blancs.

Qu'on veuille bien considérer :

a) Economie des emballages et, par conséquent, diminution du poids mort.

b) Le prix à la production en France, et le prix de vente du lait frais aux colonies.

c) Aucun stockage. Aucun crédit. Le lait fabriqué est vendu comptant dans les 8 jours.

d) Livraison d'un lait naturel et sain aux habitants de régions condamnés jusqu'ici aux sirops de lait.

POSSIBILITÉS EN LAITERIE

Installation

De par son faible encombrement l'actinisateur de Stoutz ne nécessite aucune transformation importante des installations laitières. Examinons rapidement son emploi pour les laits de consommation et pour ceux de fabrication.

1. Lait de consommation.

L'actinisation est le complément tout indiqué de la pasteurisation. Nous avons vu précédemment qu'elle apportait une amélioration non seulement au lait cru, mais aussi au lait pasteurisé et même chauffé à plus haute température.

Pour les laits contrôlés et spécialement pour les laits pour enfants, ainsi que pour les laits crus récoltés dans de bonnes conditions de production, l'actinisation augmentera le pouvoir antirachitique, la saveur et la digestibilité du lait, tout en agissant sur sa conservation.

Son emploi pour la fabrication des laits en poudre irradiée permet enfin aux industriels d'obtenir un produit de qualité constante. Les inconvénients qui rendaient jusqu'ici la fabrication onéreuse à cause du faible débit ou de la qualité « actinisée » douteuse, vu le manque de technique et de normalisation de l'actinisation, sont supprimés. Pour les laits concentrés, on ne peut que recommander son emploi. Les laits reconstitués sont améliorés et se rapprochent davantage, une fois reconstitués, de leur état naturel.

2. Laits de fabrication.

L'actinisation avant l' emprésurage fera cailler un lait plus normalement. Elle donnera un caillé s'égouttant mieux. L'acidité est rendue plus franche. Des essais étant en cours, sur ces différents points nous y reviendrons prochainement.

3. Prix de revient.

Pour Grenoble, l'actinisation exige une dépense de courant d'environ 50 centimes pour 1.000 litres.

CONCLUSIONS

On peut donc dire :

A. Industriellement.

1° Que l'appareil sur lequel ont été faits les essais, d'une très belle présentation, quoique de construction robuste, offre toutes les garanties d'hygiène. Il est d'un encombrement réduit : $\frac{3}{4}$ m³ pour un débit-heure variant de 1.500 litres à 3.600 litres de lait.

2° Son nettoyage intégral est d'une simplicité qui surprendra les industriels laitiers.

3° Que le lait qui passe dans l'appareil a un meilleur goût après actinisation.

4° Qu'avec l'aide du froid, un bon lait cru actinisé (1 gr. 65 d'acidité lactique) est d'une bonne conservation (1 gr. 85 après 52 heures à 15°).

5° Que du lait pasteurisé à 82°, actinisé présente au lacto-fermentateur l'aspect du caillé d'un excellent lait cru, et qu'avec le froid sa conservation est augmentée.

6° Que du lait cru, donnant au lacto-fermentateur un caillé non satisfaisant, montre après actinisation un excellent caillé.

7° Que l'actinisation est d'un prix de revient réduit.

8° Que l'actinisation est toute indiquée pour la fabrication de produits laitiers de choix, beurre frais, crème fraîche, fromage frais. On devra l'associer avec le froid si l'on veut augmenter la durée de conservation.

9° Que des résultats encourageants ont été obtenus en actinisant du vin, de l'alcool, certaines préparations pharmaceutiques.

B. Médicalement.

1° Que les enfants tolèrent très bien le lait actinisé.

2° Que la digestibilité paraît améliorée — les selles sont moins dures et plus colorées.

3° Que les laits irradiés par d'autres méthodes étant antirachitiques, il y a tout lieu de croire qu'il en est de même pour le lait actinisé.

4° Que l'actinisation des laits crus contrôlés doit donner satisfaction aux hygiénistes les plus rigoureux.

5° Que l'irradiation se faisant en un temps réduit, moins de $1/10^e$ de seconde, les accidents rencontrés avec les produits irradiés longuement (plusieurs minutes) ne doivent pas exister ici.

6° Que le lait actinisé doit être un aliment de choix pour les femmes enceintes ou nourrices : qualité qui doit se transmettre aux nourrissons.

C. Scientifiquement.

1° Que de la gélose irradiée, même au travers du verre, devient stérile en surface, pour un temps proportionnel à l'exposition aux rayons ultra-violet.

2° Que des colonies microbiennes sont tuées même à travers le verre des tubes à essais.

3° Que des modifications chimiques et physiques sont apportées dans les liquides actinisés.

4° Que de nombreuses expériences sont à faire tant au point de vue bactériologique, chimique, physique, histochimique, etc., grâce à l'actinisateur W. P. de Stoutz.

5° Que, de même que la pasteurisation n'est pas la stérilisation, l'actinisation n'est pas l'irradiation.

REVUE

LA CONSERVATION DES PRODUITS LAITIERS PAR LE PROCÉDÉ HOFIUS

par G. GÉNIN

Ingénieur chimiste E. P. C.

Les milieux intéressés portent actuellement beaucoup d'attention à un nouveau procédé de conservation du lait : le procédé Hofius, qui a fait l'objet, récemment, d'une importante étude du Professeur SCHWARZ, du Preussischer Versuchs und Forschungsanstalt für Milchwirtschaft, publiée dans la revue allemande « *Angewandte Chemie* ».

Description du procédé.

D'après le Professeur SCHWARZ, le procédé consiste tout d'abord à chasser du lait les gaz qu'il peut contenir ; on le conserve ensuite dans une atmosphère d'oxygène sous une pression d'au moins 8 kilogrammes. Une pasteurisation préalable du lait n'est pas nécessaire.