

L'UPÉRISATION

par

P. LANIESSE

Assistant à l'Institut National de la Recherche Agronomique
(Laboratoire de Technologie — Institut National Agronomique)

Principe.

Les problèmes posés par la stérilisation du lait sont au premier plan des préoccupations actuelles. Ayant été amené à visiter l'usine de la Société Laitière des Alpes Bernoises à Konolfingen (Suisse), et notamment l'installation d'upérisation, nous nous proposons d'exposer succinctement le principe du procédé et les caractéristiques essentielles du produit obtenu. Assez peu connue en France, cette technique nouvelle est appliquée, en dehors de la Suisse, en Allemagne et en Belgique.

L'upérisation est une méthode de stérilisation continue du lait par chauffage pratiquement instantané à la température de 150° C. Ce résultat est obtenu par injection directe de vapeur surchauffée dans le lait soumis à un écoulement turbulent et maintenu sous pression. Le refroidissement se fait en deux temps, d'abord par détente dans un vase d'expansion, puis dans un échangeur hermétique.

Le respect des qualités organoleptique et biologique du lait est assuré grâce à un dégazage préalable.

Le nom d'upérisation est la contraction de « ultra-pasteurisation ».

Technique de l'upérisation [1].

Le procédé a été mis au point par la S.A. Oursina, à Berne, en collaboration avec la S.A. Sulzer Frères, à Winterthur, constructeur de l'appareil.

On peut distinguer trois groupes d'opérations successives.

- Le prétraitement du lait (dégazage).
- L'upérisation proprement dite.
- Le refroidissement et le conditionnement.

1° *Pré-traitement du lait.*

Après filtration ou épuration centrifuge, le lait entre en 1 dans l'étage inférieur d'un pré-chauffeur tubulaire à deux étages, 9, d'où il sort à une température voisine de 50° C. pour pénétrer dans le dégazeur sous vide, 2.

L'élévation de température favorise la distillation des substances volatiles indésirables et surtout l'élimination de 80 à 90% de l'air, et par conséquent de l'oxygène, normalement dissous dans

le lait. Cette opération a pour but d'éviter, au cours du traitement thermique ultérieur, la destruction de la vitamine C et l'apparition de la saveur oxydée.

A la sortie du désaérateur, le lait est poussé par une pompe, 8, dans l'étage supérieur de l'échangeur, 9, où sa température est portée à 80-85° C. Une autre pompe, 8, l'envoie alors, sous pression convenable, dans l'élément essentiel de l'appareil, l'upérisateur.

2° Upérisation proprement dite.

Nous n'avons pu recueillir que peu de renseignements sur cette partie de l'installation. Nous savons cependant que les problèmes

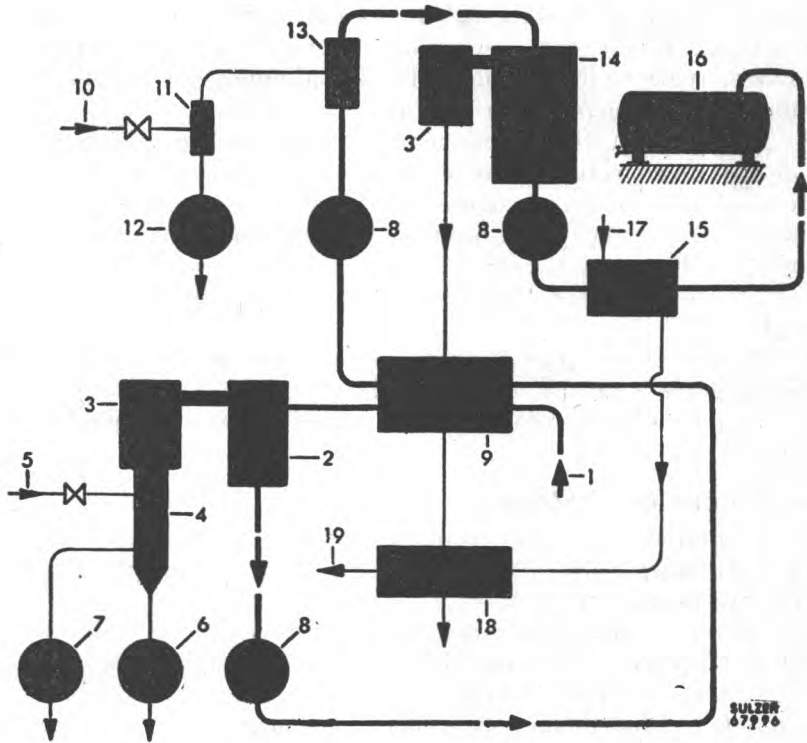


Schéma de l'upérisation :

1. Entrée du lait ; 2. Récipient de dégazage ; 3. Séparateur d'écumes ; 4. condensateur ; 5. Entrée d'eau froide ; 6. Pompe à eau de condensation ; 7. Pompe à vide ; 8. Pompes à lait ; 9. Préchauffeur tubulaire ; 10. Admission de vapeur avec régulateur de pression ; 11. Epurateur de vapeur ; 12. Pot de condensation ; 13. Upérisateur ; 14. Récipient d'expansion ; 15. Réfrigérant à lait ; 16. Tank de garde ; 17. Entrée d'eau froide ; 18. Boiler de récupération ; 19. Sortie de l'eau chaude.

posés par l'obtention d'un chauffage rapide et uniforme par injection directe de vapeur dans le lait animé d'un mouvement turbulent, ont nécessité des mises au point très poussées à l'aide de méthodes physiques extrêmement fines. La stroboscopie, au moyen d'étincelles de 10^{-6} seconde, a permis d'étudier la condensation de la vapeur dans ce cas particulier. La production d'ondes sonores qui résulte de la condensation, parmi lesquelles figurent les ultra-sons doués de propriétés bactéricides, a été suivie à l'oscillographe cathodique. Ces exemples montrent le souci apporté dans la recherche de l'efficacité du traitement [2].

La vapeur arrive en 10, et pénètre dans l'upérisateur, 13, après épuration et réglage de sa pression d'admission en 11. Le lait ayant été désaéré, il est indispensable d'éliminer de la vapeur toute trace d'air qui serait à ce moment particulièrement néfaste, étant donné la température atteinte et l'état d'extrême division de l'agent oxydant. Elle ne doit en outre contenir aucune impureté physique. L'épuration consiste en « filtration et absorption sur des surfaces actives ».

Dans l'upérisateur, le lait est porté à 150° C. pendant 0,75 seconde.

3° Refroidissement.

Le lait sortant sous pression de l'upérisateur est dirigé vers le récipient d'expansion, 14.

Dans ce vase, quatre opérations se réalisent simultanément.

a) Un dispositif spécial assure une homogénéisation des globules gras jugée suffisante pour le lait de consommation.

b) La détente provoque un abaissement instantané de la température du lait (absorption de chaleur due à la vaporisation). Cette action est renforcée par un refroidissement classique par double enveloppe.

c) L'expansion, réglable, peut se faire à une pression égale ou légèrement inférieure à la pression atmosphérique. Elle assure l'élimination d'une certaine quantité d'eau qui compense le « mouillage » résultant de l'injection de vapeur.

d) Ce départ de vapeur d'eau s'accompagne d'une nouvelle distillation de produits volatils, odeurs indésirables et acides. L'acidité du lait s'en trouve abaissée de 1 à 2° Dornic.

La vapeur libérée par l'expansion passe dans un séparateur de buées, 3, pour y déposer les gouttelettes de lait entraînées, et sert ensuite aux préchauffages du lait en 9, puis à celui de l'eau d'alimentation des chaudières.

Le refroidissement est achevé en 15.

L'ensemble de l'installation, absolument hermétique, est stéri-

lisable par la vapeur. L'emploi généralisé de l'acier inoxydable au chrome-nickel évite toute contamination par des éléments métalliques nuisibles.

Conditionnement.

Le lait upérisé et refroidi peut être dirigé aseptiquement vers des citernes de transport ou des tanks de garde.

Le conditionnement en emballages perdus (boîtes métalliques) est en cours d'expérimentation. Une machine assure la stérilisation des boîtes et des couvercles en aluminium, le remplissage et le sertissage aseptiques.

Débites et consommations.

Deux modèles sont livrables à la clientèle, de débits horaires 5.000 et 10.000 litres. L'installation de 5.000 litres peut fonctionner avec un débit réduit à 1.500 litres.

Pour ce type, la consommation de vapeur, en marche normale, est d'environ 900 kilogrammes à l'heure. La pression relative de cette vapeur doit être en 10, avant le détendeur-régulateur, de 10 à 13 kg./cm².

Le condenseur à injection, 4, du dégazeur, demande par heure, 5.000 litres d'eau à 20° C., ou 8.500 litres à 30° C.

Les trois pompes à lait, 8, la pompe à eau de condensation, 6, et la pompe à vide, 7, exigent une dépense de 13 kilowatts-heure.

Les consommations de vapeur et d'eau sont sensiblement doublées pour le modèle de 10.000 litres-heure. La force motrice requise est légèrement inférieure à cette proportion.

La chaleur récupérée dans les buées et dans le lait chaud permet de porter 7.000 litres d'eau de 20 à 60-65° C. par heure.

Valeur biologique du lait upérisé.

Pour donner un caractère officiel, ou simplement impartial, aux diverses déterminations intéressant le lait upérisé, les responsables de la S.A. Oursina, ont sollicité le concours de personnalités scientifiques ou de services techniques suisses et étrangers. Respectant ce souci d'objectivité, nous ne mentionnerons que les appréciations d'origine extérieure à la S.A. Oursina.

1° *Aspect microbiologique.*

La stérilité absolue du lait upérisé a été démontrée par tous les contrôles auxquels il a été soumis.

a) Le Professeur Dr. R. BURRI, ancien directeur de l'Établissement Fédéral d'Industrie laitière (Liebefeld-Berne), s'est livré avant son décès, à des examens microbiologiques approfondis dans les conditions d'expérience les plus sévères, par exemple,

après conservation pendant trois semaines à la température ambiante, d'échantillons provenant de lait systématiquement pollué, avant upérisation, par des micro-organismes sporulés [3]. Dans tous les cas, les résultats des analyses ont permis au Professeur BURRI, de conclure à la stérilité du produit stocké, qui en outre présentait « un goût comparable à celui du lait frais ». Il ajoutait : « La question de la destruction absolue des bactéries pathogènes se résout donc d'elle-même, puisque le procédé n'est pas seulement un procédé de pasteurisation, mais en même temps un procédé de stérilisation. »

b) Un phénomène curieux est la réapparition, après quelques jours, d'une réaction de phosphatase positive au cours de la conservation du lait upérisé. Le problème a été étudié très en détail par les laboratoires de recherches des « United Dairies » de Londres. La phosphatase développée est apparemment identique à la phosphatase normale du lait cru et R. C. WRIGHT et J. TRAMER, ont donné à ce développement le nom de « Réactivation », ce qui indique bien qu'il ne s'agit pas d'une contamination par du lait cru ou d'une phosphatase d'origine microbienne. Ces deux possibilités sont d'ailleurs exclues par une des conclusions de la publication de ces auteurs : « Ces échantillons commerciaux étaient stériles quand nous les avons reçus et restèrent stériles durant le stockage. » [4].

2° Teneur en vitamines.

Le Professeur Dr. K. BERNHARD, Directeur de l'Institut de Chimie physiologique de l'Université de Bâle, et de l'Institut suisse des Vitamines, a examiné le lait upérisé au point de vue de sa teneur en vitamines B1, B2, C et D, et de sa valeur nutritive et physiologique [5].

TABLEAU I

Vitamines dosées	Nombre d'échantillons analysés	Traitement industriel appliqué au même lait initial			
		Pasteurisation (15 secondes à 75° C.)		Stérilisation à l'autoclave	Upérisation à 150° C.
		Teneur réelle	Pourcentage moyen		
B1	4	740 γ /l	100	70,7	83,7
B2	4	2,48 mg/l	100	96,0	94,8
C	13	17,0 mg/l	100	66,2	89,4
D	2	82,5 U.I./l	100	90,9	93,9

En ce qui concerne les dosages des vitamines, le tableau I résume les résultats obtenus.

On peut en conclure que le lait upérisé est très proche du lait pasteurisé et qu'il présente une nette supériorité sur le lait stérilisé à l'autoclave, surtout pour sa teneur en vitamines B1 et C.

3° Valeur nutritive et physiologique.

a) Les expériences du Professeur K. BERNHARD ont porté sur la croissance de rats soumis à un régime alimentaire comprenant une ration de base et un complément lacté. Ce complément a été distribué à trois lots identiques d'animaux, respectivement sous forme de lait pasteurisé (15 secondes à 75° C.), de lait stérilisé à l'autoclave, et de lait upérisé à 150° C. [5].

La croissance, mesurée après 27 et 80 jours d'expérience, s'est manifestée par des gains de poids identiques pour les lots ayant reçu du lait pasteurisé ou du lait upérisé, nettement supérieurs à celui du lot ayant reçu du lait stérilisé à l'autoclave. Les différences, assez faibles en valeur absolue, sont considérables si on les exprime par rapport au gain du poids, positif dans les trois cas, résultant de la distribution du seul complément lacté — ce qui est rendu possible grâce à un lot témoin ne recevant que la ration de base.

b) Le Professeur Dr. LASZT, de l'Institut de Physiologie de l'Université de Fribourg, a réalisé une expérience de longue durée (600 jours) sur deux lots identiques de rats issus de trois familles différentes [6]. Les déterminations ont porté sur l'augmentation de poids, les bilans lipidique et azoté et la teneur du sang en hémoglobine. Les animaux recevaient une alimentation de base commune (sucres) et un complément de lait, soit pasteurisé (15 secondes à 75° C.), soit upérisé à 150° C. Dans le but d'étudier l'influence d'une modification éventuelle des protéines du lait upérisé sur la longévité des rats, ceux-ci ont été maintenus dans les conditions de l'essai jusqu'à leur mort naturelle.

A tous ces égards, les deux lots ont présenté un comportement absolument identique.

Intérêt technique du lait upérisé.

Les possibilités d'altération d'origine microbienne étant éliminées par la stérilisation certaine du lait, il restait à apprécier son comportement vis-à-vis de l'oxydation, altération chimique la plus fréquente et la plus nuisible.

A ce point de vue, les essais du Dr. R. WALSER, en décembre 1952 et février 1953, ont montré que le lait upérisé se classe entre

le lait cru qui a servi de matière première et le même lait après pasteurisation classique [7].

Le degré d'oxydation, mesuré par la méthode au ferrothiocyanate de G. HILLS et C. THIEL, modifiée selon WALSER, est une fonction linéaire du temps dans le cas du lait pasteurisé, alors qu'il se maintient sensiblement à son niveau initial pour le lait cru.

Avec le lait upérisé, le degré d'oxydation est toujours inférieur à celui du lait pasteurisé de même âge, qu'il se stabilise à un niveau peu élevé, comme dans les essais de décembre 1952, ou qu'il augmente lentement avec le temps comme en février 1953.

L'influence de la vitamine C, agent anti-oxydant, ne suffit pas à expliquer ce phénomène, le lait pasteurisé en contenant sensiblement plus que le lait upérisé. Des recherches en cours permettront peut-être de vérifier l'hypothèse de la formation de substances réductrices par action de la chaleur sur les constituants du lait.

Quoi qu'il en soit, la coexistence de la stérilité et de la résistance à l'oxydation assurent au lait upérisé une conservation pratiquement très longue et, par conséquent, la possibilité de le transporter à grande distance, en masse importante, sans le secours onéreux du froid. Cette technique permet d'envisager sous un aspect nouveau le ravitaillement en lait des contrées chaudes, dépourvues de ressources locales, et l'approvisionnement des grands centres urbains avec un volant de sécurité à l'abri des risques d'avaries.

Pratiquement, l'upérisation est appliquée par la Société Laitière des Alpes Bernoises à la totalité du lait destiné à la concentration et à la dessiccation.

L'upérisation de la crème a permis de fabriquer « du beurre de première qualité et de très bonne conservation » [8].

Enfin, l'industrie du lait en nature tirerait de grands avantages de l'upérisation surtout si le conditionnement en emballages perdus pouvait être développé économiquement.

Qualités organoleptiques.

Une dégustation à l'usine de Konolfingen nous a permis de constater que le lait upérisé est aussi blanc que le lait cru et un peu plus doux au palais en raison de son homogénéisation partielle. Leur goût ne laisse qu'à des dégustateurs particulièrement avertis, la possibilité de les distinguer. Un échantillon du même lait initial, pasteurisé, présentait un brunissement et un goût de cuit nets.

Nous n'avons pu déceler qu'un léger suiffage dans le lait upérisé soutiré d'un récipient en acier inoxydable, préalablement stérilisé,

hermétique, mais non isolé thermiquement, dans lequel il était conservé depuis six semaines.

CONCLUSION

Dans l'état actuel de l'hygiène de la production laitière, il est indispensable de soumettre le lait destiné à la consommation directe à un traitement offrant toutes garanties quant à la destruction des microbes pathogènes.

L'upérisation présentant en outre de grands avantages, tant au point de vue de la valeur biologique et organoleptique du lait, qu'à celui des exigences techniques du ravitaillement des groupes humains défavorisés par leur éloignement ou leur agglomération, il semble qu'elle mérite d'être mentionnée comme un progrès important.

Nous ne pourrions mieux conclure qu'en citant le Professeur BURRI :

« Du point de vue bactériologique, ce procédé représente une innovation complète, car, jusqu'à présent, il n'existait pas de lait aux caractéristiques aussi proches de celles du lait frais qui puisse, grâce à l'absence totale de germes, se conserver en grande quantité et pour une durée pratiquement illimitée. »

(Février 1955).

BIBLIOGRAPHIE

- [1] *Upérisation*. Un nouveau procédé continu pour le traitement thermique et la stérilisation du lait et d'autres liquides. Brochure Alpura S.A. Berne (Suisse).
- [2] Prof. Dr. H. Mohler. Uperisation der Milch. *Chimia*, 6, 212, 7, 1952.
- [3] Prof. Dr. R. Burri. Le lait et les bactéries. Berne. Octobre 1951. Brochure Alpura S.A.
- [4] R. C. Wright et J. Tramer (United Dairies Research Laboratories-Londres). Reactivation of milk phosphatase following heat treatment. *The Journal of Dairy Research*, vol. XX, n° 2, 177-188, juin 1953.
- [5] K. Bernhard, Lucie Gschaedler et Alice Sarasin. Die biologische Wertigkeit des Uperisierten (Ultrapasteurisierten) Milch. *Bulletin der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften*, vol. IX, fasc. 5-6, 312-324, 1953.
- [6] Prof. Dr. Med. L. Laszt. Du traitement thermique du lait (Upérisation). Fribourg 1951. Brochure Alpura S.A.
- [7] R. Walser. Influence de l'upérisation et de la pasteurisation sur la résistance du lait entier à l'oxydation.
- [8] Prof. E. Zollikofer. L'upérisation. Un nouveau procédé de stérilisation du lait. *Neuen Zürcher Zeitung*. N° 2387, 29 octobre 1952.