

LE LAIT

REVUE GÉNÉRALE DES QUESTIONS LAITIÈRES

SOMMAIRE

Mémoires originaux :	Documents et informations.
H. STASSANO. — De la pasteurisation 473	M. BEAC. — La situation laitière. 551
R. VLADESCO. — La solubilisation de la matière organique du lait. Ses applications. 479	ORLA-JENSEN. — Sur l'importance du lait et des produits laitiers dans la nutrition humaine. . . 554
Ch. PORCHER. — Le procès de la matière grasse du lait (<i>suite</i>). 483	I. LÉVY et de RECHTER. — L'emploi du peroxyde de chlore dans la désinfection des eaux dans l'industrie laitière. 562
A.-M. LEROY. — Ce que doit savoir un bon contrôleur laitier et beurrier (<i>fin</i>). 518	J. SAFFREY. — La Mutuelle laitière du Calvados. 567
Bibliographie analytique :	Ch. PORCHER. — L'industrie laitière dans la République Argentine (<i>suite</i>). 570
1 ^o Journaux, Revues, Sociétés savantes 541	A.-J. BOUYER. — Etuve à bain de vapeur à chauffage électrique . 577
Bulletin bibliographique . . 54 ^s	

MÉMOIRES ORIGINAUX ⁽¹⁾

DE LA PASTEURISATION

Mémoire préliminaire.

par le Docteur Henri STASSANO (2)

La pratique de chauffer les substances alimentaires facilement altérables, pour les conserver plus longtemps, remonte sans nul doute à bien de siècles avant les mémorables découvertes pasteuriennes. Il se peut même que cette vertu complémentaire du feu domestique n'échappa pas non plus à l'homme primitif.

D'une façon précise nous savons que c'est à Lazzaro Spallanzani, « l'un des plus habiles physiologistes dont la science puisse s'honorer, le plus ingénieux, le plus difficile à satisfaire, » ainsi que Pasteur lui-même le définit, que revient le mérite d'avoir tracé les premières règles de l'emploi de la chaleur pour détruire ces agents étrangers aux substances putrescibles, les germes, alors inconnus, de leur altération. Il redressa de la sorte les expériences imparfaites et tendancieuses de NEEDHAM sur la génération spontanée.

Nous connaissons, d'une façon non moins précise, que le chauffage

(1) Reproduction interdite sans indication de source.

(2) STASSANO, De la stérilisation des liquides en circulation continue, sous couche mince. Evolution de la méthode et transformation successive des appareils (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. XXXVIII, mai 1924) ; Du transvasement aseptique des liquides stériles (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. XXXVIII, décembre 1924) ; Du mode d'action de la chaleur sur les ferments lactiques dans la pasteurisation du lait (*Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLXXIX, p. 438). De l'appauvrissement du lait en acide carbonique par la pasteurisation usuelle à l'air libre. Avantage du traitement en circuit fermé (*C. R. de l'Académie des Sciences*, t. CLXXIX, p. 297).

des vins en bouteilles fut préconisé et pratiqué par APPERT, le premier, dès 1823 ; GERVAIS en 1827-1829, VERGNATTE et LEMOTTE en 1850, suivirent son initiative. Il serait cependant bien ardu sinon impossible d'établir en quelle année et en quels centres de production on commença à chauffer le lait, au bain-marie, dans ces récipients métalliques, plus grands que les pots laitiers ordinaires, désignés sous le nom de « topettes », encore en usage aujourd'hui dans quelques campagnes.

Postérieurs aux travaux de Pasteur sur les fermentations et par eux certainement inspirés sont, par contre, l'appareil allemand de THIEL et l'appareil danois de FJORD, qui constituent les prototypes des pasteurisateurs actuels du lait en circulation continue.

Dans le premier de ces deux appareils, le lait est porté avec une certaine rapidité à 75-85° en le répandant sur une large surface métallique verticale chauffée par l'intérieur, dont il suit, en glissant, par son propre poids, les ondulations qui la traversent horizontalement ; le lait est refroidi tout de suite après à 10-12°, sur un réfrigérant entouré de glace.

Dans le second appareil, qui se rapproche le plus des pasteurisateurs actuels, le lait est porté presque aussi rapidement bien que sous un volume plus grand, à 68-69°, en traversant de bas en haut une chaudière cylindrique chauffée tout autour par de la vapeur d'échappement circulant dans la double enveloppe dont elle est douée. A l'intérieur de cette chaudière, un agitateur, actionné par le haut, tourne pendant l'opération pour remuer sans cesse le lait qui monte. Les portions de lait, qui en montant viennent directement en contact de la chaudière, sont mélangées ainsi activement et intimement aux portions qui n'en atteignent pas la paroi et qui, en conséquence, ne reçoivent que la chaleur qui leur est cédée par les premières portions de lait.

Il s'ensuit que toute la masse du lait ainsi traitée n'est pas chauffée d'une manière uniforme dans cet appareil, pas plus, du reste, que dans le précédent, où l'épaisseur du filet de lait retombant en cascade d'une ondulation à l'autre, varie encore constamment, selon le volume et l'angle de chute du lait, l'état lisse et le degré de propreté de la surface, etc.

Pareille irrégularité de chauffage, engendrant forcément une inconstance dans les résultats que l'on en escomptait, tant à l'égard de la conservation que de l'assainissement du lait, amena SOXHLET, de Munich, à abandonner la pasteurisation du lait, telle qu'elle venait d'être introduite dans l'industrie laitière par les appareils de THIEL et de FJORD, et à la remplacer par le traitement en bouteilles, au bain-marie, à une température voisine de l'ébullition, traitement qui porte son nom.

A cette époque, on connaissait déjà assez bien le rôle des microbes dans les infections et les dangers que certains laits font courir de ce fait à ceux, les enfants surtout, qui le consomment à l'état cru. Par contre, on ignorait alors complètement les fâcheuses conséquences du chauffage prolongé pour la valeur alimentaire du lait. Certes, SOXHLET ne pouvait prévoir en 1882 la découverte toute récente des vitamines, ces substances encore aujourd'hui imparfaitement connues et définies, mais dont il n'y a plus lieu de douter de l'influence considérable qu'elles exercent sur la vie en général, la croissance, l'état de santé et peut-être même sur la longévité.

Aussi, cette méthode SOXHLET ne saurait être plus désormais raisonnablement défendue, bien qu'au début, lors de sa création, elle pouvait être envisagée comme très rationnelle. Même l'assainissement complet du lait que SOXHLET croyait obtenir à coup sûr par son mode de chauffage, peut-être mis en doute à présent que nous savons, par une longue pratique, combien il est difficile d'atteindre tous les microbes en suspension dans un liquide immobile sous un volume tant soi peu important, par le simple jeu des courants de convection de la chaleur, à moins d'opérer à une température très élevée. En effet, pour stériliser complètement au bain-marie une émulsion microbienne destinée à former un vaccin inoffensif, sous un volume de 350 cc. environ, enfermée en une fiole, il faut trois heures si on se borne à l'agiter seulement de temps en temps à la main. Si, au contraire, on maintient cette fiole en agitation constante mécanique dans le bain-marie, à la même température, ne dépassant que de deux à trois degrés au plus la température minima mortelle pour l'espèce microbienne dont il s'agit, il suffit d'une heure de chauffage. Cependant pour réduire encore davantage cette durée, il faut élever de 10 à 20° la température du bain-marie ; or, comme la température minima mortelle pour le bacille tuberculeux, qui est certainement le plus à craindre dans le lait, est 75°, on voit aisément que dans les conditions d'opérer de la méthode SOXHLET on ne peut même pas avoir la certitude absolue de l'atteindre, surtout lorsque, pour ne pas trop modifier le lait, on abaisse la température réglementaire de chauffage. Cela est, d'ailleurs, le cas de la pasteurisation du lait en bouteilles que quelques-uns s'obstinent encore à maintenir, en dépit de toute raison, en commençant par la forte dépense qu'elle entraîne et qui l'a rendue dès le début impraticable par la grande industrie du lait.

En tout cas, la méthode SOXHLET a été créée pour remédier à l'insuffisance des premiers pasteurisateurs. Non autrement, je crois, devraient être envisagés, c'est-à-dire comme de simples expédients passagers, les deux procédés qui se disputent aujourd'hui la place d'honneur dans la pasteurisation industrielle du lait, à savoir : le

procédé le plus généralement pratiqué, dit de *pasteurisation haute ou continue* et le procédé de *pasteurisation basse ou discontinue*, qui vient d'être introduit en France depuis deux ans seulement. L'un et l'autre sont nés du même besoin de remédier à l'irrégularité du chauffage qui se produit encore dans les pasteurisateurs d'aujourd'hui, qui sont, d'ailleurs, à la base de l'un et de l'autre procédé, malgré les quelques perfectionnements que l'on a apportés aux premiers pasteurisateurs FJORD.

Au demeurant, ces perfectionnements sont d'un ordre secondaire. Ils n'affectent que la capacité de travail des appareils vis-à-vis de ceux de THIEL et de FJORD :

1° L'organe d'agitation, de brassage, est devenu à la fois un mode de propulsion du lait à l'intérieur du pasteurisateur ; le lait arrive toujours par le bas et par le mouvement des ailettes de l'agitateur, accomplissant 250 tours à la minute, est projeté contre la paroi qu'il remonte depuis en suivant un trajet hélicoïdal pour atteindre la sortie, au faite de la chaudière, sous une épaisseur qui doit varier nécessairement de 1 à 3 c., selon que l'on ouvre plus ou moins le robinet d'arrivée du lait, pour maintenir le même degré de température du lait à la sortie du pasteurisateur (1) ;

2° Le chauffage avec la vapeur d'échappement est remplacée par celui, plus intense et réglable, à la vapeur sous pression ;

3° Par un système de dents, dans la double enveloppe, on éloigne de la paroi chauffante l'eau de condensation qui s'y forme : cela permet une meilleure utilisation de la chaleur.

Cependant tous ces perfectionnements, même en ce qui concerne le problème limité de l'utilisation de la chaleur, de porter le lait de la température ordinaire à la température de pasteurisation dans le plus bref laps de temps, sont bien loin de rappeler les progrès accomplis parallèlement dans la construction des machines à vapeur avec les chaudières à faisceaux tubulaires à grande capacité. A cet égard, ces pasteurisateurs actuels, même les plus récents, semblent être contemporains de la machine à vapeur de STEPHENSON.

Les quelques perfectionnements que je viens de signaler, apportés aux modèles plus récents de pasteurisateurs, sont donc bien loin de représenter un progrès sensible ; ils n'avantagent que dans une mesure insignifiante l'efficacité de la pasteurisation sur les bactéries ; mais, par contre, ils accroissent l'inconvénient de la surchauffe sur les portions de lait qui viennent directement en contact de leurs parois. Celles-ci, en effet, sont chauffées dans ces derniers pasteurisateurs par la vapeur sous pression, pouvant même atteindre les 120°, au lieu que ce soit par la vapeur d'échappement qui ne dépasse pas 100°.

(1) Cette épaisseur est souvent beaucoup plus grande.

En portant le lait dans ces pasteurisateurs modernes à 85° et même au delà, à 95°, ce qui caractérise le procédé dit de *pasteurisation haute*, les bactéries sont forcément atteintes d'une façon plus intense et une plus grande partie d'elles en ressent l'action. Ce lait ainsi traité se conservera certainement mieux. Le surcroît de conservation, cependant, qui en résulte, ne dépasse pas les douze heures et est acquis au détriment du goût et, en général, de tous les caractères organoleptiques du lait. Le résultat de ce premier remède à l'insuffisance des pasteurisateurs n'est donc pas encourageant, surtout quand on peut faire mieux.

Le second remède, avant même d'être érigé à la hauteur d'un système véritable et de constituer ce que l'on désigne sous le nom de *pasteurisation basse* ou *discontinue*, a été pratiqué et se pratique encore dans quelques laiteries, sans l'outillage spécial qui en a fait quelque chose de très particulier et nouveau.

Ce second remède consiste à maintenir quelque temps chaud, au lieu de le refroidir tout de suite, le lait qui sort du pasteurisateur. De cette façon on donne aux portions de lait qui n'ont subies qu'insuffisamment l'effet du chauffage, pendant qu'elles traversaient le pasteurisateur, le moyen de parfaire après, dans leur intimité moléculaire, leur équilibre thermique, avec les portions de lait plus chauffées, à la température que l'expérience démontre être assez efficace pour les bactéries, sans nuire au lait, à savoir : 63°.

Le lait porté à 63° dans un pasteurisateur usuel, est conservé à cette température pendant vingt minutes, dans des chambres appropriées où des agitateurs le maintiennent constamment en mouvement. Il est ensuite refroidi. Traité de la sorte le lait se conserve aussi bien et même plus longtemps à la température ordinaire (de douze heures à vingt-quatre heures s'il est distribué en récipients stériles) que le lait pasteurisé selon le procédé usuel, *pasteurisation haute* à 85°, et il offre en plus les deux grands avantages suivants : 1° de n'avoir point de goût de cuit ; 2° de voir sa crème se séparer au repos presque aussi bien que dans le lait cru.

J'ai pu suivre de près ces deux modes différents d'emploi des pasteurisateurs actuels, qui constituent les deux procédés de pasteurisation du lait que l'on voudrait opposer, à présent, l'un à l'autre et je me réserve de faire connaître en détail les résultats que j'en ai obtenus tant à l'égard de la durée de conservation et d'action du chauffage sur les bactéries, que des modifications qui surviennent dans les caractères chimico-physiques et organoleptiques en général du lait.

Et j'ai poussé encore plus loin mes comparaisons en appliquant simultanément à la simple pasteurisation le procédé de stérilisation des liquides en circulation continue également, sous couche

uniformément mince, que j'ai imaginé et que j'ai perfectionné depuis quinze ans.

Il n'est plus question de remède, d'un mode différent d'emploi de l'un quelconque des anciens pasteurisateurs, ni de perfectionnements apportés à ces derniers. Il s'agit d'un tout nouveau type de pasteurisateur, issu de cette application, où j'ai visé à atteindre directement les bactéries que le lait renferme par des moyens appropriés, de façon à obtenir sur elles, avec le minimum de chauffage et de la manière la plus uniforme dans toute la masse du lait traité, le maximum d'effet.

Dans l'appareil industriel de 2.000 litres environ de débit par heure, étudié d'après l'élément en fonction depuis plus d'un an, la surface totale chauffante, offrant toute les facilités possibles de nettoyage, est de 12 mètres. Dans l'unité de temps, pendant la pasteurisation, 5 litres seulement de lait sont répandus sur cette énorme surface, et s'y succèdent sans cesse, chaque portion de lait ne restant en contact de cette surface que onze secondes en tout sur un parcours de onze mètres linéaires. La température à laquelle cette surface chauffante est maintenue ne dépasse que d'un à deux degrés celle que la lait prend à son contact. Point donc de surchauffe dans ce procédé.

Il en résulte que ce lait traité par ce procédé se rapproche singulièrement du lait cru, bien que les bactéries qu'il renferme aient été toutes uniformément détruites ou modifiées selon le mode que j'ai décrit et qui caractérise la pasteurisation. Comme degré de conservation, il l'emporte de beaucoup sur les laits pasteurisés par les deux procédés ci-dessus. Sa conservation habituelle, dans des récipients stériles, est de cinq jours. Et à l'égard de la destruction certaine du bacille de la tuberculose, il offre sur les deux autres la possibilité d'atteindre aisément ce but suprême. Le procédé de la *pasteurisation haute* particulièrement, si on ne dépasse pas 85°, n'offre aucune garantie à cet égard à cause de l'action si inégale et fugace du pasteurisateur usuel. De son côté, le procédé de la *pasteurisation basse* n'offre pas plus de garanties, car sa température de régime ne peut pas monter au-dessus de 64° sans que le lait en souffre ; la durée du chauffage, d'autre part, ne peut pas y être prolongée sans diminuer sensiblement la montée spontanée de la crème, alors que la température minima mortelle attribuée par le Dr CALMETTE au bacille de la tuberculose, est de 75°(1).

Dans le procédé de la couche mince on peut, au contraire, atteindre et dépasser parfaitement les 75°, aller même jusqu'à 80°, sans que le lait perde aucune de ses qualités de lait frais, y compris celle de la crème se séparant aussi bien que dans du lait cru.

(1) Il est vrai que la durée du chauffage est portée à 30 minutes et on compense ainsi la température plus basse à laquelle le lait est porté. — R.

De plus, ce même procédé offre sur les procédés usuels de pasteurisation deux autres avantages non moins intéressants, sinon plus, surtout le premier des deux qui concerne l'alimentation des enfants en bas âge : 1^o celui de conserver presque intégralement l'acide carbonique du lait, ce qui signifie qu'il garde à l'état soluble et par conséquent parfaitement assimilable les sels de chaux et les phosphates du lait : *encore un caractère qui le rapproche du lait cru*; 2^o et celui d'épargner la perte en volume du lait, par évaporation, qui se chiffre, dans les procédés usuels de pasteurisation, de 1 1/2 à 2 %, c'est-à-dire à plus de 1 à 2 centimes par litre, au prix actuel du lait.

LA SOLUBILISATION DE LA MATIÈRE ORGANIQUE DU LAIT. SES APPLICATIONS

par R. VLADESCO

Professeur de Chimie biologique à la Faculté de Médecine Vétérinaire de Bucarest.

DOSAGE DE LA GRAISSE

A l'occasion des nombreuses destructions de matière organique entreprises dans le laboratoire de chimie biologique de M. Gabriel BERTRAND, à l'Institut Pasteur, j'ai fait la remarque que voici :

Lorsqu'on laisse refroidir le liquide clair résulté de la solubilisation des tissus animaux traités par le mélange azoto-sulfurique, avant qu'il noircisse, on constate que la graisse se sépare sous la forme d'une pellicule qui nage à la surface du liquide.

Ce fait d'observation a été le point de départ de nombreux essais faits ultérieurement dans le but d'instituer une méthode pour doser la graisse des tissus animaux.

Pour des raisons de commodité, j'ai commencé mes recherches avec le lait. Depuis le commencement j'ai dû remplacer le mélange azoto-sulfurique par l'acide azotique seul, pour éviter la précipitation de sels de calcium et par conséquent pour faciliter la séparation de la graisse.

Après plusieurs tâtonnements, je me suis arrêté à la technique suivante :

Le lait, additionné d'une quantité déterminée d'acide azotique concentré, est chauffé jusqu'à ce que le liquide devienne tout à fait transparent. On laisse refroidir ensuite et on sépare la graisse par filtration sur un papier filtre ordinaire.

* * *

A priori il était à prévoir que la quantité de graisse obtenue devait être dépendante :