

pas une question nouvelle ; elle a été abordée dans d'autres pays avec plus ou moins de succès, et vient de l'être dans plusieurs villes, en Allemagne, à Mannheim, à Halle, qui ont organisé des établissements municipaux devant recevoir tout le lait à consommer. Ces cités ont, en somme, créé pour le lait ce que l'abattoir est pour la viande.

La lecture des travaux de HASTINGS, Canadien, et de MOLL VAN CHARANTE, Hollandais, montrera les divergences si marquées sur la question de la pasteurisation.

Nous avions eu l'intention de publier dans ce numéro une Revue d'ensemble sur la pasteurisation de notre Rédacteur en chef, mais la place nous fait vraiment défaut et nous ne retenons de ce travail, qui paraîtra ultérieurement, qu'une série de documents photographiques du plus grand intérêt que nos lecteurs ne seront pas sans goûter.

En terminant, nous tenons à remercier notre imprimeur de la célérité qu'il a apportée dans la composition de ce numéro pour qu'il paraisse à temps.



MÉMOIRES ORIGINAUX ⁽¹⁾

DE LA CONSERVATION ET DE L'ASSAINISSEMENT DU LAIT

Par le Dr Henri STASSANO

Considérations générales. — Bases de tout traitement rationnel du lait par la cuisson. — Avantages et inconvénients du chauffage du lait selon la destination qu'on lui donne : *lait d'alimentation*, servant particulièrement d'aliment exclusif aux enfants et aux malades ; *lait de cuisine*, ayant à supporter dans les familles des chauffages consécutifs ou prolongés ; lait pour l'industrie fromagère ; *lait à consommer dans les longs voyages en mer et dans les pays d'outre-mer* dépourvus de bétail. — Les principaux procédés thermiques pour le traitement du lait : *pasteurisation haute ou continue ; pasteurisation basse ou discontinue ; pasteurisation en circuit fermé sous couche mince* sur de larges surfaces chauffantes ; *stérilisation en vase clos, à l'autoclave, ou en circulation continue*. — Valeur comparative de ces différents procédés industriels d'après l'examen bactériologique et les analyses chimico-physiologiques et physiques des laits traités. — Nécessité du contrôle des pouvoirs publics pour garantir que les laits mis en vente possèdent ces propriétés *indispensables* à la croissance des enfants, ces pouvoirs si *utiles* pour renforcer leur défense naturelle contre les communes maladies infectieuses

(1) Reproduction interdite sans indication de source.

d'origine intestinale. — Nécessité de la participation des municipalités dans la réglementation et l'organisation des services de ramassage, transport, assainissement et distribution du lait d'alimentation aussi bien que de cuisine.

L'usage maintes fois millénaire de chauffer la nourriture a pu, en tout temps, servir à l'homme pour préserver ses aliments contre leur rapide altération. Le lait, en particulier, a dû bénéficier de cette observation, remontant sans doute aux âges les plus reculés, qu'un aliment cuit se conserve plus longtemps. L'emploi de la chaleur nous le retrouvons chez tous les peuples, depuis les plus primitifs, dans la fabrication des fromages, combiné aux différents modes de concentration du lait par le caillage notamment.

Au contraire, l'emploi de la chaleur pour assainir le lait n'a débuté qu'à une époque encore toute récente, avec l'ère pastorienne. Il a commencé dès que l'on apprit quel est le rôle des microbes dans les maladies infectieuses et que, dans le lait, on rencontre assez souvent quelques-unes de ces bactéries pathogènes dont, de ce fait, le lait devient le plus efficace si non le plus sournois agent de propagation. Même les premiers appareils construits par Thiel ou par Fjord, pour chauffer industriellement le lait, et qui dès leur apparition furent désignés sous le nom de pasteurisateurs, ne visaient qu'exclusivement le premier de ces deux buts, à savoir : retarder l'altération spontanée du lait, son acidification. Rien encore du deuxième but, l'assainissement du lait.

C'est à SOXHLET, je crois, que revient le mérite de s'être appliqué le premier à atteindre par un chauffage régulier, prolongé, les microbes qui pullulent dans le lait et peuvent en rendre dangereuse la consommation particulièrement aux enfants élevés au biberon. C'est en tout cas SOXHLET qui a réglementé le premier le chauffage du lait destiné à l'allaitement artificiel. En constatant l'irrégularité, l'incertitude que donnait la pasteurisation du lait en circulation continue à l'égard de la destruction des microbes pathogènes, SOXHLET fut amené à fonder la méthode de chauffage en bouteille, au bain-marie, qui porte son nom et se pratique encore de nos jours dans beaucoup d'établissements de puériculture.

Cependant, SOXHLET fut tellement dominé, dirais-je même obsédé, par la crainte des microbes qu'il ne songea nullement aux altérations que son mode de chauffage pouvait déterminer dans le lait et aux conséquences que ces altérations pouvaient avoir, à leur tour, sur la croissance et la résistance organiques des jeunes êtres qu'il cherchait à arracher aux infections intestinales si communes de l'enfance.

Certes, SOXHLET ne pouvait pas se douter que l'on découvrirait trente ans au moins plus tard les vitamines, ces substances si prodigieuses, mais encore tant imparfaitement connues et définies. Leur

présence dans les aliments n'est pas moins certaine, et même en assez forte proportion dans quelques-uns d'entre eux, d'où la grande valeur de ces aliments pour le développement et l'entretien de la vie.

SOXHLET ne pouvait non plus prévoir la découverte dans le lait de ces principes immunisants, dans le genre des anticorps microbiens, qui se forment dans le sang (d'où ils passent dans le lait à travers la glande mammaire) à la suite d'une infection, naturelle ou expérimentale, jugulée, vaincue par la résistance de l'organisme. Je donnerai plus loin, dans ce mémoire, en l'empruntant à un autre mémoire en préparation (*Sur les différents facteurs de la phase bactéricide et bactériolytique du lait cru*), un aperçu général de ces principes que je viens de découvrir. C'est, en partie, à ces mêmes principes que l'allaitement au sein doit son incontestable supériorité sur l'allaitement au biberon avec du lait de vache ou de chèvre, ou de tout autre animal, quelqu'en soit le degré de pureté microbienne.

Cependant, en chimiste qu'il était, SOXHLET aurait pu et dû envisager l'une au moins des altérations d'ordre purement chimique que le lait chauffé selon son système, ainsi que tout lait chauffé à l'air libre, subit fatalement, d'autant plus que cette altération, le départ plus ou moins complet de l'acide carbonique, a une répercussion certaine sur la valeur alimentaire du lait. La perte de l'acide carbonique du lait y entraîne en effet l'insolubilisation des sels de chaux et des phosphates. Devenus insolubles, ces sels si utiles pour le métabolisme du calcium et du phosphore, particulièrement actif chez les jeunes sujets en voie de croissance, échappent à toute assimilation de la part du tube digestif qui les reçoit et après les expulse en l'occurrence tels que.

C'est seulement plus tard que les médecins ont songé à cette désastreuse conséquence du chauffage usuel : BARILLÉ (1), en particulier, a attiré leur attention sur ce sujet, au moment où l'on avait conçu le vain espoir de pouvoir stériliser industriellement le lait par les rayons ultra-violetts. Ce système de stérilisation aurait pu, en effet, ne pas diminuer la solubilité des sels en question.

Mais, pouvons-nous faire équitablement grief à SOXHLET de cette imprévoyance, alors que nous rencontrons encore de nos jours tant d'éminents puériculteurs, aussi dominés et obsédés que lui par la crainte exclusive des microbes, ne porter pas davantage d'attention sur ces effets déplorables du chauffage prolongé et continuer de faire mijoter parfois pendant des heures au bain-marie, dans ces petites bouteilles que l'on transforme en biberon, l'opération finie, pour

(2) BARILLÉ, De l'existence des carbono-phosphates dans le lait; leur précipitation par la pasteurisation, *C. R. de l'Académie des Sciences*, 2 avril 1919.

en administrer le lait qu'elles renferment, ainsi « éreinté », aux malheureux petits enfants privés du sein maternel et confiés aux soins de ces puériculteurs, par ailleurs très paternels et très savants ?

Il n'y a pas encore longtemps j'ai pu constater à Paris (à Paris où les établissements publics, ou même un simple industriel ayant à servir une clientèle riche, peuvent se procurer aisément du bon lait frais ou pasteurisé aux environs, dans d'excellentes conditions), dans une crèche du quartier de Grenelle qui devrait servir de modèle à toutes les autres de la capitale et de la France entière, l'anachronisme suivant : de nombreuses femmes, fort proprement habillées en « nurses », étaient employées à déboucher d'innombrables bouteilles de ce fameux lait stérilisé à l'autoclave : « la nourrice dans le buffet ». Elles en versaient le contenu, passablement caramélisé comme il sied à tout lait qui a subi la rude épreuve des températures élevées à l'autoclave, dans de grandes marmites où il était réparti comme d'habitude, selon les besoins différents de la petite clientèle, et chauffé à nouveau !

D'ailleurs, on peut constater encore à Paris, quand on veut, un anachronisme non moins frappant. Une des maisons de produits pharmaceutiques des plus honorables et, à juste titre très réputée, vend dans de petites bouteilles, chacune de la valeur d'une tétée, du lait qui, par sa couleur caractéristique, son goût déplorable et la sensation granuleuse qu'il produit sur la langue, doit être sans nul doute rangé parmi les laits les plus durement traités à l'autoclave, sous la désignation de *lait alimentaire exempt de microbes pathogènes*. Peut-on concevoir une pareille absurdité, à savoir que pour débarrasser le lait de ses éventuels microbes pathogènes, il faut le soumettre à un tel « éreintement » ? Cette absurdité, pourtant, se produit tous les jours grâce à l'esprit routinier ou à la négligence des personnes qui recommandent ce lait et au très regrettable manque de réflexion dont font preuve en cette occurrence certains chefs de maison.

La crainte excessive, exclusive des microbes dans l'administration de ce lait de choix que l'on distribue aux enfants et aux malades, peut donc être encore à plus forte raison reprochée à pas mal de nos praticiens d'aujourd'hui, pas moins qu'au fondateur de la méthode de chauffage prolongé au bain-marie en bouteilles du lait destiné à l'allaitement artificiel.

Il y a cependant une excuse à cette méconnaissance des méfaits du chauffage prolongé du lait. C'est que *les effets immédiats de l'ingestion* du lait traité par le système SOXHLET et même de l'ingestion des laits stérilisés à l'autoclave ne sont pas mauvais. Le lait chauffé et même passablement surchauffé (100° à 110°) est fort bien toléré, même mieux que le lait cru et il se digère plus rapidement. Cette

dernière particularité, je l'ai établie *in vitro* d'une façon rigoureuse, il y a seize ans (1). C'est grâce précisément à cette particularité ainsi qu'au fait d'expérience non moins certain que le lait chauffé de vache ou de chèvre détermine beaucoup moins de troubles, de phénomènes d'intolérance, que le lait cru de même origine, que l'emploi du lait stérilisé à l'autoclave a pu se répandre dans l'allaitement artificiel, parvenant même à jouir d'une grande faveur près de beaucoup de parents et même de puériculteurs. D'autre part, ce n'étaient certes pas les petits enfants alimentés avec pareil lait au goût détestable qui pouvaient s'en plaindre. C'est en général une clientèle bien peu difficile que celle des poupons lorsqu'ils sont en bonne santé. Aussi, si nous trouvons à présent quelques industriels qui ont cherché à diminuer comme ils ont pu, par des petits moyens (diminution du volume de lait exposé dans chaque bouteille, agitation des bouteilles pendant le chauffage avec ou non désaération préalable), le changement de couleur, le goût de cuit, la sensation pâteuse, granuleuse à la langue, que le lait prend étant traité à l'autoclave, c'est simplement parce qu'ils ont senti le besoin de ne pas trop laisser distancer le routinier mode de chauffage en vase clos par le nouveau procédé thermique de traitement des liquides putrescibles, en circulation continue sous couche mince.

Au demeurant, les bien insignifiants résultats que ces quelques industriels ont réalisés notamment à l'égard de la couleur du lait par eux stérilisé, ne l'ont été qu'au dépens de la perte plus ou moins complète de l'acide carbonique et des conséquences qui s'ensuivent. Mais peut-on leur en vouloir de cela quand, comme je l'ai fait remarquer plus haut, les puériculteurs les plus avisés se soucient si peu de cette perte ?

* *

Le contre-pied de cette déplorable obsession, la crainte exclusive des microbes, c'est croire possible d'obtenir du lait sain sans le traiter par la chaleur ; c'est croire possible de remplacer ce mode éprouvé d'assainissement à l'égard de certaines maladies infectieuses, par de simples mesures d'hygiène vétérinaire et de propreté des étables, combinées à un service approprié de transport et de distribution du lait. Les partisans de cette nouvelle tendance, qui a gagné déjà beaucoup de prosélytes dans les administrations municipales et même dans le corps médical, exagèrent, à leur tour, un danger, en l'occurrence le danger de la destruction des vitamines du lait par le chauffage, vitamines dont ils semblent ignorer d'ail-

(1) De l'influence de la cuisson sur la digestibilité trypsique du lait. — De l'influence de la cuisson sur la caséification du lait par le lab-ferment (en commun avec J. TALARICO). — *C. R. Soc. de Biol.*, 30 juillet 1910.

leurs les limites réelles de résistance à la chaleur ainsi que leur véritable nature.

Cependant, la principale méprise des partisans de cette nouvelle tendance est de confondre, de croire identiques les propriétés que le lait cru maternel possède vis-à-vis de l'allaitement au sein des nourrissons de notre espèce, avec celles que, pour les mêmes nourrissons, pourrait avoir, dans l'allaitement artificiel au biberon, le lait cru de vache qu'avec tant de peine et de dépenses on arriverait à mettre à la disposition des crèches, dans un état de propreté toujours relative.

Selon l'expression commune, on pourrait dire des partisans de ce lait — qu'ils voudraient désigner sous le nom de *lait de régime, garanti pour l'allaitement artificiel*, — qu'ils ne se doutent pas des difficultés à surmonter. J'ajouterai en bon français : *et ils ignorent tout, principalement* :

1^o Que s'il est pratiquement possible, avec beaucoup d'argent et de patience, d'arriver à constituer des troupeaux de vaches indemnes de tuberculose, il n'est guère possible, à aucun prix, d'obtenir du lait exempt de microbes. Les ferments lactiques, proches parents de l'entérocoque, sont les hôtes inséparables des trayons et même, paraît-il, du parenchyme glandulaire. On aura donc beau laver et même désinfecter l'extérieur des mamelles, on retrouvera toujours les cocci mammaires dans le lait. Ceux-ci peuvent acquérir ou même reprendre une certaine virulence sans que le moindre indice de maladie se remarque sur le pis qui les héberge. De plus, même si cet accident ne se produit pas, les cocci mammaires à une certaine température, qui se réalise assez souvent en été pendant les fortes chaleurs — cette température varie entre 15^o et 25^o — s'attaquent plus que de coutume aux albumines du lait. Au contraire, à la température de l'étuve, au-dessus de 37^o, cette atteinte est moindre, tandis que l'attaque du lactose est proportionnellement plus forte ; à ces températures très élevées cependant, le lait n'est jamais porté, même en été pendant le transport.

Or, nous savons particulièrement, à la suite des intéressantes observations de MARFAN sur ce sujet, que « même le lait qui s'acidifie normalement sous l'action des ferments lactiques typiques, peut être réputé *très dangereux* ». Dans l'une des observations de MARFAN (1), les cas de diarrhée se montrèrent presque tous en quarante-huit heures et frappèrent tous les enfants qui avaient pris du lait arrivé acide à la crèche et qui avait été chauffé ensuite au bain-marie à 100^o. Quelques-uns eurent des diarrhées cholériformes et plusieurs en moururent.

(1) MARFAN, *Traité de l'allaitement*, Paris, p. 527.

2^o Quel que soit le degré de pureté microbienne et de propreté, vis-à-vis des souillures d'étables, du lait en question, ce lait n'en sera pas moins, pour les nourrissons qui l'ingéreront, un lait hétérogène, c'est-à-dire provenant d'une espèce animale bien éloignée de la nôtre. N'étant pas chauffé lorsqu'il est administré tel que, il provoquera fatalement des symptômes d'intolérance plus ou moins effacés ou accusés selon les cas, rentrant dans le cadre général des réactions anaphylactiques. Car, avant que le tube digestif des nourrissons soit parvenu à le digérer entièrement, quelques-unes des albumines de ce lait cru, pénétreront dans leur circulation. Charles RICHET a déjà signalé la réaction leucocytaire, indice de pareille pénétration, que l'ingestion de la viande crue provoque immédiatement, alors que l'ingestion de viande cuite est sans action. Dans la suite de ce mémoire, je rapporterai une observation personnelle des plus intéressantes sur ce sujet. Elle concerne trois lots de porcelets, chacun alimenté par une variété différente de lait : du lait cru, du lait de pasteurisation haute, du lait de pasteurisation basse, provenant du même mélange de la même traite du matin et servi dans les mêmes proportions et simultanément deux fois par jour.

Je reproduirai plus loin deux paragraphes sur ce même sujet, du très instructif traité de M. MARFAN sur l'allaitement. Il n'est pas possible de montrer avec autant d'évidence et d'autorité comme le fait cet auteur, combien se trompent les partisans du lait cru, quelle que soit l'étiquette sous laquelle il est vendu ou la garantie qui le couvre.

3^o Que, enfin, en ce qui concerne les difficultés d'ordre moral de l'alimentation des nourrissons avec ce lait particulier, *de régime*, il y aurait à craindre le renouvellement des tricheries et des abus de toute sorte, dont certaine entreprise d'avant guerre, à Versailles, demeure l'exemple le plus frappant.

*
* *

Entre ces deux exagérations, celle de la crainte exclusive des microbes et celle qui dans le chauffage du lait voit fatalement la perte de son élément vivant *sui generis*, les ferments solubles et les vitamines que beaucoup confondent encore avec les premiers, se place, je crois, l'idée directrice qui m'a conduit depuis seize ans à chercher et à étudier dans ses différentes applications, un procédé thermique capable d'atteindre d'une façon rigoureuse et uniforme tous les microbes qui pullulent dans les liquides organiques en les rendant putrescibles, et cela sans modifier sensiblement les propriétés essentielles et les caractères de ces mêmes liquides.

D'après l'adage latin, *in medio stat virtus*, le traitement des liquides par la chaleur que je suis parvenu de la sorte à instituer, pourrait

s'appeler « éclectique » s'il s'était agi simplement de fondre les deux points de vue extrêmes ci-dessus pour en former un corps de doctrine. Mais cela n'a pas été le cas. Le procédé thermique en question est issu, au contraire, uniquement de l'observation approfondie des faits d'expérience, interprétés et établis *provando e riprovando*, selon la formule de LEONARDO DI VINCI, le vrai fondateur de la science expérimentale.

Mes recherches et mes études sur ce sujet commencèrent en 1911 avec l'emploi des rayons ultra-violet (1). La faible pénétration de ces rayons particulièrement actifs comme agents abiotiques, me porta à les remplacer par les rayons calorifiques, tout en continuant de soumettre rapidement les liquides à traiter sous la même couche excessivement mince à l'action de ces nouvelles radiations. Les résultats en furent des plus satisfaisants. Je les résumai dans une première note à l'Académie des Sciences, le 11 juin 1915 (1) : « Ce procédé peut permettre de *stériliser* ou de *pasteuriser* différents liquides organiques, le *lait* notamment, sans apporter d'appréciables modifications dans leurs constituants, dans leurs caractères. »

Dans la note suivante, à la séance du 2 juillet 1917, je pus enfin poser les bases de l'application rationnelle de ce mode de traitement par la chaleur des liquides putrescibles, aussi bien à la stérilisation complète définitive de ces liquides qu'à leur simple pasteurisation. Voici les deux paragraphes où je consignai les conclusions relatives à ces distinctes applications :

Stérilisation. — « Du lait de vache, stérilisé à 126°-128°, par ce « procédé, n'accuse ni la couleur, ni le goût de cuit bien caractéris-
« tiques du lait stérilisé en bouteille à l'autoclave, à la température
« inférieure de 115°. Et ce qui est encore plus démonstratif pour
« la thèse que je soutiens, c'est que ce lait stérilisé en couche mince,
« même s'il est porté à une température plus haute, à 135°, se montre
« beaucoup moins touché par le chauffage vis-à-vis de la présure,
« que du lait simplement porté à l'ébullition pendant quelques
« minutes.

« En effet, ce lait, dont la blancheur ni le goût naturel ne trahissent
« nullement la forte épreuve qu'il a supportée, caille par addition
« de lab-ferment presque aussi vite que du lait frais, et forme un
« coagulum épais qui laisse exsuder à peine un sérum parfaitement
« transparent, comme du lait frais. Le même lait, chauffé quinze
« minutes au bain-marie à 100°, présente des coagulums plus tardifs,
« beaucoup moins compacts, accusant des stries à l'instar des pré-

(1) De la possibilité de conserver intactes les agglutinines dans les bactéries qu'on tue par les rayons ultra-violet. Avantage de ce moyen de stérilisation pour préparer les émulsions bactériennes destinées aux séro-diagnostic. (En commun avec L. LEMATTE) *C. R. Acad. des Sc.*, 6 mars 1911.

« cipités ; les sérums qu'ils exsudent abondamment sont verdâtres.
 « Quant au lait stérilisé à l'autoclave, on sait qu'il ne coagule plus
 « par addition de présure.

Pasteurisation. — « Le principe qui découle si nettement et avec
 « autant de constance de tous les nombreux et variés essais que
 « j'ai faits du chauffage en couche mince trouve une nouvelle confir-
 « mation dans le fait suivant :

« Du lait chauffé à 75° au bain-marie pendant cinq minutes, c'est-
 « à-dire avant même que toute sa masse ait pris cette température,
 « ne donne plus les réactions des diastases oxydantes et réductrices.
 « Du même lait chauffé dans mon appareil, même à la température
 « de 80°, réagit encore très nettement aux réactifs employés pour
 « mettre en évidence ces enzymes. Seul un léger affaiblissement se
 « manifeste à l'égard de la peroxydase. »

Le principe auquel je fais allusion dans les deux conclusions que je viens de reproduire ainsi que dans les quatre premières conclusions de cette même note, est le suivant : « *La durée du chauffage est le facteur principal des altérations provoquées par la chaleur dans les êtres vivants et leurs milieux organiques de nature albuminoïde. Au contraire, le degré de la température, dans certaines limites, bien entendu, n'y joue qu'un rôle secondaire.* »

Je poussai plus loin mes essais dans le même but d'atteindre le plus directement et rapidement les microbes en respectant le plus, à la fois, leurs constituants albuminoïdes (j'envisageais ce résultat comme très utile pour obtenir des vaccins microbiens plus actifs que par la stérilisation au bain-marie des émulsions bactériennes) et le liquide de nature organique où ils baignent (ce second résultat en vue particulièrement de la conservation des caractères organoleptiques du lait, de la bière, du vin et des jus de fruits).

Je fus amené de la sorte à découvrir deux autres faits d'expérience qui, avec le principe précédemment établi et que je viens de citer, constituent les assises de mon procédé thermique. Ils en expliquent et caractérisent la singularité et l'importance des résultats scientifiques et pratiques, à savoir : l'obtention du *maximum* d'action, du *maximum* d'efficacité sur les microbes, avec le *minimum* de modifications, d'altérations non seulement des liquides organiques où ils se trouvent, mais encore des constituants albuminoïdes de ces mêmes microbes.

Les deux faits strictement d'expérience en question sont :

I. — *L'attraction des microbes par l'adhésion capillaire des parois.* — Les microbes en suspension dans un liquide qui se répand en couche ou lame très mince sur une surface ou qui s'écoule entre deux surfaces très rapprochées entre elles, sont incessamment sollicités par l'adhésion capillaire de la paroi la plus proche. Sont-ils, ces microbes,

en très grand nombre, ils constitueront une sorte de calfeutrage mouvant devant la paroi qui les attire et dont ils suivront le contour au fil de l'eau qui les entraîne toujours plus loin. Il s'ensuivra que si les surfaces dont il s'agit, métalliques pour les besoins de l'expérience, sont maintenues à une température donnée, supérieure naturellement à la température ambiante, le liquide qui s'écoule au ras de ces mêmes parois cessera de se chauffer, dans la mesure qui lui est permise par le libre jeu des courants de convection de la chaleur qui se dégagent à son niveau, aussitôt que les microbes à qui il sert de véhicule atteindront un tel nombre que la transmission de cette chaleur, par convection, en sera gênée. Ce cas s'est produit dans beaucoup de mes expériences. Son corollaire est que les microbes, en rasant une surface métallique chauffée, étant entraînés par une très mince nappe liquide, subissent le contact de la paroi en question, ainsi que son effet thermique, d'une façon beaucoup plus suivie, pendant un laps de temps infiniment plus

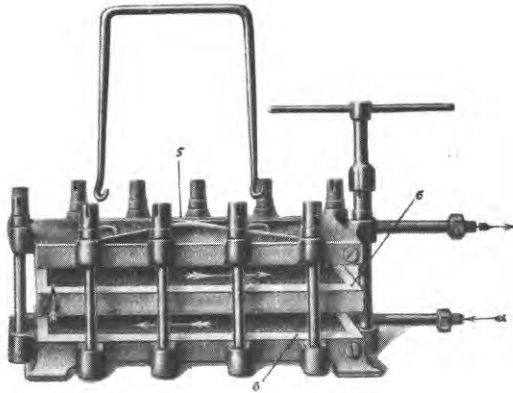


FIG. 1.

long, que n'importe quelle parcelle de leur véhicule liquide. Par conséquent ces microbes seront plus directement et plus longuement atteints par la chaleur; l'action thermique se portera sur eux, dans ces conditions qui sont celles d'une lame très mince glissant sur une surface chauffante, d'une façon qui apparaîtra élective.

Tel est l'enseignement qui se dégage des très nombreuses séries d'expériences que j'ai résumées dans ma note à l'Académie des Sciences du 29 octobre 1923. Dans le tableau I qui l'accompagne et que je crois utile de reproduire dans ces pages, j'ai consigné les observations recueillies en 1917-1918 avec la collaboration du Dr LEMAIRE, directeur du Laboratoire d'hygiène d'Alger, alors en mission du Ministère de la guerre à l'Institut Pasteur pour l'étude et la fabrication des lipo-vaccins.

Il s'agissait dans l'espèce d'émulsions de bacilles paratyphiques que nous faisons circuler sous une pression constante d'azote entre deux surfaces métalliques rigoureusement planes, distantes l'une de

l'autre du 1/100 de millimètre [1]. La figure ci-contre (fig. 4) représente l'un de mes dispositifs expérimentaux. Il s'agit de trois plaques en bronze, parfaitement planes, empilées l'une sur l'autre, et constituant deux cuves superposées grâce à l'interposition de deux cadres découpés à la flamme dans du papier Japon et occupant le bord extrême des dites plaques, de forme rectangulaire. Ces deux cuves communiquent entre elles par une série de tout petits trous qui traversent de part en part la plaque centrale, à l'une de ses extrémités, immédiatement en dedans des cadres. Les flèches indiquent la direction du parcours que suit le liquide, parcours double, de 25 cm. chacun, dans le cas particulier de la figure. Dans cette figure les trois plaques sont représentées écartées pour laisser voir les périmètres des dites deux cuves, dont l'étanchéité est assurée par le serrage à l'aide des boulons disposés tout autour.

TABLEAU I

ÉCARTS ENTRE LA TEMPÉRATURE DU BAIN-MARIE ET LA TEMPÉRATURE DE L'ÉMULSION (PARATYPHIQUE B) APRÈS LA TRAVERSÉE SIMPLE OU DOUBLE DE L'APPAREIL.

Traversée simple, parcours : 25 centimètres

*Teneur de l'émulsion en microbes : 3 milliards et demi
par centimètre cube ; débit : 20 litres à l'heure.*

Température en degrés		Résultat bactériologique	
Bain-marie	Emulsion à la sortie	Ensemencement en bouillon	Ensemencement en boîtes de Petri
75	73	0	0
73	72	0	0
71,5	70	0	0
69,5	68,5	+	0
67	65	+	0
65	63	+	3 col.
62	61	+	101
60	59	+	629

*Teneur de l'émulsion en microbes : 25 milliards par centimètre cube ;
débit : 13 à 14 litres à l'heure.*

Température en degrés		Résultat bactériologique
Bain-marie	Emulsion à la sortie	Ensemencement en bouillon
78	73,5	0
77	73,2	0
75,5	72	0
74,5	71	0
74	69	+
72,5	68	+
70,5	66,5	+
69,5	65,5	+

(1) H. STASSANO, De la stérilisation des liquides en circulation continue,

Traversée double, parcours : 50 centimètres

*Teneur de l'émulsion en microbes : 28 milliards par centimètre cube ;
débit : 6 lit. 20 à l'heure.*

Bain-marie	Température en degrés		Résultat bactériologique	
	Emulsion à la sortie		Ensemencement en bouillon	Ensemencement en boîtes de Petri
77	64		0	0
74	63,2		0	0
73	63		0	0
71	62		0	0
69	59,5		+	55.000 col.
68	58		+	120.000 col.

Il appert nettement de la comparaison des chiffres mis en regard dans les trois colonnes de ce tableau que, dans les limites des expériences, plus une émulsion met de temps à traverser l'appareil, soit qu'elle renferme un plus grand nombre de microbes, soit qu'elle ait à y parcourir un trajet double, moins elle se chauffe. Le contraire devrait se produire.

La chaleur spécifique de l'albumine étant à peu près celle de l'eau, ce fait, en apparence paradoxal, ne peut tenir sûrement à ce que les microbes retiendraient, dans ces deux cas, une plus forte proportion de chaleur aux dépens du liquide dans lequel ils baignent.

La seule explication vraisemblable, en tous points conforme aux lois de la physique, est, je crois, celle que je viens de donner, à savoir que les microbes fortement attirés par l'adhésion capillaire exercée sur eux par les parois métalliques entre lesquelles ils circulent en traversant l'appareil, se rapprochent de plus en plus de celle-ci en gagnant la sortie. Ils viennent de la sorte gêner le libre jeu des courants de convection et de la chaleur qui s'en dégage. Il en résulte que le liquide se chauffera moins, mais eux, les microbes, seront cependant atteints plus directement et comme d'une façon élective par le chauffage.

Tel est donc le premier des deux faits d'expérience sur lequel repose le principe de mon procédé de stérilisation des liquides en circulation continue sous couche mince.

II. — Le deuxième fait d'expérience, du plus haut intérêt théorique et à la fois pratique, qu'il m'a été donné de découvrir dans la suite de mes recherches sur ce même sujet, est le suivant :

L'efficacité de l'effet meurtrier du chauffage sur les microbes, entre certaines limites bien entendu, bien loin d'être en rapport avec le degré de la température employée, ou même de la durée du chauffage, dépend principalement de la manière selon laquelle la chaleur

sans couche mince. Evolution de la méthode et transformation successive des appareils (*Ann. Inst. Pasteur*, mai 1924, t. XXXVIII, p. 427).

est transmise au microbe. Le mode de transmission de la chaleur le plus efficace pour atteindre les microbes, tel qu'il résulte de mes essais, est constitué par une paroi métallique d'un métal doué d'une très faible capacité calorifique.

Dans la figure 2, est consignée par l'image la démonstration de ce fait si singulier et d'une importance pratique si grande. Elle représente les aspects pris par six différents échantillons de lait, au bout de vingt heures de séjour à l'étuve. Il s'agit dans ces différents échantillons d'un même lait de mélange, mais chauffé industrielle-



FIG. 2.

ment par trois distincts procédés de pasteurisation. Chaque échantillon a été recueilli aseptiquement dans une petite bouteille préalablement stérilisée.

Les trois procédés de pasteurisation en question sont :

1° Celui de *pasteurisation en couche mince*; sur la canette correspondante sont inscrits la marque CM et le degré d'acidité atteint par le lait qu'elle renferme durant l'épreuve : 20°5 SOXHLET ;

2° Celui de *pasteurisation basse* ; il y a quatre échantillons de ce procédé et les canettes correspondantes portent la marque PB et les degrés suivants d'acidité atteints par chacun des différents échantillons pendant l'expérience : 29°4 ; 24°4 ; 27°2 ; 26°6 ;

3° Enfin, le procédé de pasteurisation haute, dont l'échantillon correspondant porte la marque PH et le chiffre 32°8, représentant le degré d'acidité atteint par le lait traité par ce procédé pendant la même épreuve.

Or, seul le lait correspondant à la pasteurisation en *couche mince*, dans laquelle la durée du chauffage est la plus courte, huit à dix

secondes, et dont la température, pendant ce très court laps de temps, n'a pas dépassé dans l'essai comparatif en question les 64°, est le seul qui se présente assez bien conservé, comme aspect physique et comme degré d'acidité. Le lait provenant des quatre distinctes opérations de *pasteurisation basse*, se montre dans les quatre échantillons correspondants, par contre, très mal conservé ; il est très acide et a caillé, et de plus ses caillots se sont plus ou moins rétractés, phénomène qui se passe plus fréquemment dans les laits d'été, et pourtant dans ces quatre opérations le même lait a été maintenu de vingt-cinq à trente minutes à peu près à la même température que dans l'opération précédente de pasteurisation en *couche mince*, dont la durée de chauffage n'a pas dépassé les dix secondes.

Enfin, le lait provenant de la *pasteurisation haute* se présente caillé dans une masse compacte avec quelques boursouflures et accuse l'acidité la plus forte : 39⁰⁴ SOXHLET. Dans ce cas, ce sont à la fois le degré de température du chauffage, 90°, ainsi que la durée de cette épreuve, deux à trois minutes, au lieu de huit à dix secondes seulement, qui dépassent les données correspondantes du procédé de pasteurisation en *couche mince*.

Ce résultat ne peut pas être plus net ni plus démonstratif. Il s'agit maintenant de l'expliquer. Il y a lieu d'abord de faire remarquer que le mode de chauffage du lait dans ces trois différents procédés est très différent. Il varie beaucoup du premier (le dernier en ordre de date : le procédé de *pasteurisation en couche mince*) aux deux autres, lesquels utilisent au fond le même appareil de chauffage et se distinguent l'un de l'autre seul par la manière de s'en servir. Dans le procédé de *pasteurisation basse*, le lait traverse le pasteurisateur plus rapidement de façon à se chauffer moins ; à la sortie, le lait ne doit avoir atteint que 63°. On le garde ensuite vingt minutes à cette température dans des chambres isolées contre la déperdition de chaleur et munies d'agitateurs mécaniques. Dans ces chambres, le lait parachève son équilibre thermique; ce n'est qu'après qu'il est refroidi sur un réfrigérant usuel.

Dans le procédé de pasteurisation haute, qui est le plus généralement employé, au contraire, le lait monte plus lentement dans le pasteurisateur ; il prend donc davantage la température de la paroi surchauffée à 120° environ. Mais une fois atteinte, la température voulue, qui varie de 85° à 95°, le lait est immédiatement refroidi.

Je viens de montrer que les bactéries sont fortement attirées par les surfaces très rapprochées entre lesquelles elles s'écoulent au sein des liquides que l'on traite dans les nouveaux pasteurisateurs en *couche mince*, dont on peut considérer l'appareil de laboratoire, représenté par la figure 3, comme le prototype.

La cinétique à présent va nous donner une explication aussi

claire que probante des résultats si différents que l'on obtient entre les deux types si opposés de pasteurisateurs, l'ancien dont la surface de chauffe dépasse à peine le mètre carré, et le nouveau où cette surface mesure plus de 11 mètres carrés pour des débits équivalents.

Toutes les bactéries charriées par le lait viennent-elles indistinctement au contact de pareille surface chauffante d'un de ces nouveaux pasteurisateurs, avant qu'elles atteignent la sortie, sur un parcours de 8 à 10 m. et sous une couche voisine de l'ordre de grandeur des

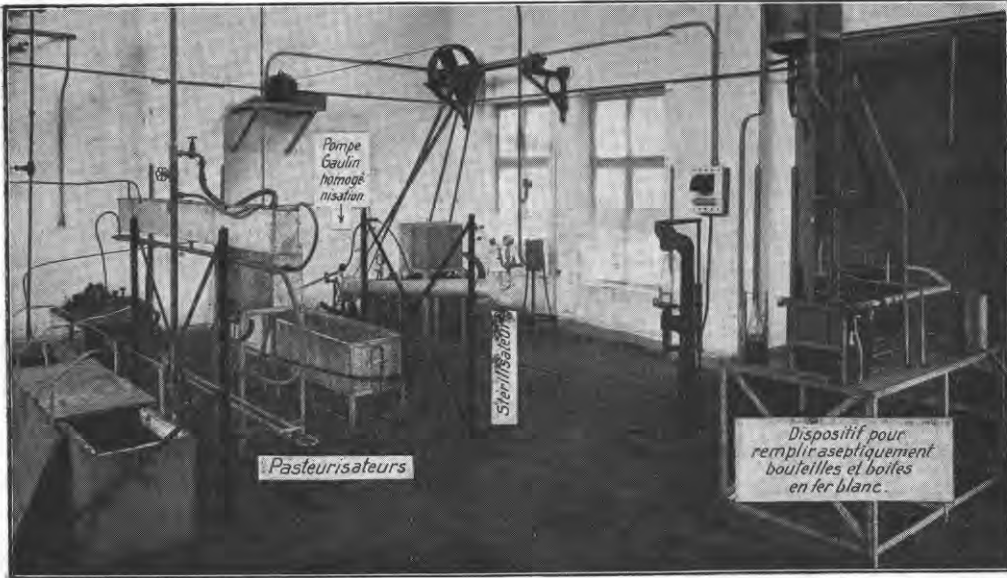


FIG. 3 — Essais de Pasteurisation et de Stérilisation du Dr Henri Stassano à la Laiterie Centrale de Strasbourg.

bactéries elles-mêmes, leur mouvement brownien s'arrêtera; elles s'immobiliseront tout en continuant de glisser le long de la paroi chauffante et partant, en subissant l'effet thermique de la façon la plus directe et la plus soutenue.

Les bactéries tourbillonnent-elles, au contraire, dans ces couches de lait qui n'empruntent la chaleur qu'aux couches qui seules se chauffent au contact de la paroi des pasteurisateurs usuels? L'effet thermique que ces bactéries en ressentiront ne sera que *lent, inégal, incertain*. Et il ne servira pas à grand'chose que l'on garde après le lait assez longtemps à la température qu'il a atteint, comme on opère dans la pasteurisation basse.

L'effet thermique sera *lent*, en premier lieu, parce que la conducti-

bilité calorifique ainsi que le pouvoir émissif d'un liquide tel que le lait sont négligeables en comparaison des constantes correspondantes de la paroi métallique ; ensuite, parce que la chaleur que les bactéries finissent par recevoir ne se porte pas tout entière sur leurs constituants albuminoïdes, une partie se transforme chez elles en travail. L'accroissement du mouvement brownien des bactéries, comme de tout autre petit objet, lorsque la température ambiante s'élève, est une preuve indiscutable de ce que je viens d'avancer.

Il sera *inégal*, car la chaleur se propage dans le lait en circulation dans ces appareils usuels, des couches chaudes aux couches froides, au hasard des remous qui s'y produisent au cours de la pasteurisation.

Et enfin, l'effet thermique sera *incertain* dans ces pasteurisateurs usuels, par suite de ce même mouvement brownien, dont il a été question plus haut. Grâce à lui, les bactéries peuvent reculer en quelque sorte devant la vague de chaleur qui va pour les rejoindre ; d'un mouvement d'ensemble, on les voit se déplacer sous le champ du microscope, ainsi que tous les petits objets de leur taille, à l'approche d'un courant de convection ; et reculer, pour beaucoup d'elles, pour ces bactéries notamment, prêtes à franchir la sortie, c'est échapper à la mort.

D'ailleurs, dans la suite de ce mémoire, je donnerai la démonstration de ce mode *si imparfait, lent et irrégulier* d'action des pasteurisateurs usuels sur les microbes à l'aide de l'examen bactériologique du lait qu'on y traite, même lorsqu'on lui fait atteindre une très haute température, 95°, ou lorsqu'on le maintient très longtemps à la température de 63° déjà suffisante pour obtenir une bonne pasteurisation avec les nouveaux pasteurisateurs en couche mince.

C'est donc l'effet de la paroi qui domine dans ce nouveau type d'appareils de pasteurisation ou de stérilisation et qui leur vaut la forte supériorité sur les appareils usuels quel qu'en soit leur mode d'utilisation.

* * *

Ici trouve place l'exposé d'une autre série d'expériences que j'ai cru nécessaire de poursuivre pour établir si la nature du métal, dont la paroi de ces nouveaux appareils est constituée, intervient dans la production de *l'effet* en question *de la paroi*.

On pouvait penser que la conductibilité du métal dont est constituée la paroi d'un appareil de pasteurisation, ainsi que sa capacité calorifique, jouerait un rôle assez important dans la production de *l'effet de la paroi*. Pour éclaircir ce point, j'ai été amené à reprendre l'expérience bien connue d'INGENHOUSZ, en substituant toutefois aux couches de cire une légère couche de microbes vivants. Comme le physicien hollandais, je me suis servi d'une cuve rectangulaire en

laiton, portant implanté sur un côté un certain nombre de tiges en différents métaux, sauf une en verre, comme terme de comparaison, de mêmes dimensions et pénétrant de la même longueur dans son intérieur. Pendant les déterminations, on y maintient de l'eau en ébullition. Les tiges sont flambées pour les rendre aseptiques et, aussitôt refroidies, humectées, l'une après l'autre, avec une culture de vingt-quatre heures en bouillon de *B. coli*. On laisse agir sur chaque tige la température transmise de la cuve pendant un laps de temps déterminé, deux ou trois minutes, selon l'essai, et on prend ensuite l'empreinte de chacune sur un milieu nutritif solide approprié (DRIGALSKÝ), étalé dans de gros tubes à fond plat, munis de couvercle (1).

Selon la nature de la tige à laquelle chaque empreinte correspond, ces empreintes demeurent stériles (cuivre) ou engendrent des colonies microbiennes, d'un bout à l'autre (verre), ou seulement à partir d'une certaine distance de la source de chaleur, la cuve.

De prime abord, on serait porté à attribuer simplement à la conductibilité thermique des différentes tiges en présence l'échelonnement microbien qui se remarque sur leurs empreintes. Un examen plus soutenu montre qu'un autre facteur s'y surajoute et arrive même à contrecarrer le jeu du premier. Ce second facteur est la capacité calorifique qui est le produit de la chaleur spécifique du métal, dont il s'agit, multipliée par son propre poids, exprimé par unité de longueur, la section et la surface de déperdition de chaque tige étant constantes. Aussi l'aluminium qui est doué d'une conductibilité thermique meilleure que celle du laiton, et presque aussi bonne que celle du cuivre, mais qui, par contre, possède à la fois la chaleur spécifique la plus haute et la densité la plus faible parmi les métaux, ne se prête nullement à la production de cet effet particulier de la paroi chauffante sur les bactéries. La forte capacité calorifique qui en résulte constitue effectivement une gêne pour la transmission immédiate aux bactéries des apports toujours nouveaux de chaleur que la paroi chauffante reçoit incessamment du dehors. Il faut envisager, en effet, pour pareille transmission, un degré de rapidité de l'ordre de durée des bactéries. L'expérience suivante le prouve. Si on remplace la tige de cuivre pleine par une tige constituée par un tube de cuivre, bouché aux deux extrémités, mais à paroi très mince, dont le diamètre et la longueur sont exactement ceux de la tige pleine, on peut arriver à avoir une tige dont le poids correspond à celui de la tige pleine d'aluminium. On répète avec ces deux tiges l'essai comparatif précédent. Il n'y aura plus, dans ce cas, la forte

(1) STASSANO, Nécessité d'un métal doué d'une très faible capacité calorifique pour produire l'effet de la paroi la plus efficace (*Soc. de Biol.*, XCIII, 714).

masse métallique de la tige pleine de cuivre, agissant comme un volant de chaleur vis-à-vis de la déperdition thermique de la surface, dans l'unité de temps de l'ordre de durée des bactéries. L'empreinte de cette tige creuse de cuivre ne sera plus alors stérile d'un bout à l'autre. Les colonies de *B. coli* toutefois ne pousseront sur son empreinte qu'à partir d'une certaine distance de son bord libre. Il en sera de même de l'empreinte correspondant à la tige d'aluminium, laquelle sera identique à celle de la première expérience. Les colonies de *B. coli* pousseront cependant sur cette dernière à une distance moindre que dans le cas de l'empreinte de la tige creuse de cuivre ; les deux écarts se suivront cette fois dans l'ordre de grandeur des conductibilités thermiques respectives de deux métaux.

Un enseignement pratique se dégage de ces expériences : pour produire l'effet de la paroi le plus énergique sur les bactéries, il faut employer des métaux, tels le cuivre, l'argent, ayant une grande conductibilité thermique jointe à une chaleur spécifique relativement faible et à une densité relativement forte, bref, doués d'une petite capacité calorifique.

*
* *

Des trois principes que je viens d'énoncer, on peut tirer de très utiles enseignements au sujet de l'assainissement du lait et même de sa parfaite stérilisation par la chaleur sans modifications sensibles de ses caractères organoleptiques et surtout sans diminution appréciable de sa valeur alimentaire. C'est la raison qui m'a fait envisager ces principes, tous dérivés de l'expérimentation, comme les assises de tout traitement thermique du lait.

Le premier principe : La durée du chauffage est le facteur principal de l'altération des liquides de nature albuminoïde, aura pour conséquence la règle suivante : Dans un traitement rationnel du lait par la chaleur — pasteurisation, stérilisation — il faut surtout s'attacher à réduire la durée de l'épreuve thermique.

Le deuxième principe : L'attraction des microbes par l'adhésion capillaire des parois, permet d'obtenir industriellement les mêmes avantages que j'ai pu obtenir dans des essais de laboratoire, en faisant circuler les liquides entre des surfaces chauffantes équidistantes sous une couche de 1/100 de millimètre. Grâce, en effet, à ce principe, j'ai pu centupler l'épaisseur de l'intervalle entre les deux surfaces chauffantes de mes appareils destinés au traitement des émulsions microbiennes, ce qui réduit considérablement les difficultés techniques de mon procédé dans son application au traitement de liquides visqueux et formant de dépôts. Bien entendu pour réaliser à peu près le même degré de stérilisation, il a fallu augmenter dans une plus forte proportion la longueur du parcours que le liquide en traitement suit entre les plaques chauffantes.

Le troisième principe : l'effet de la paroi, avec son corollaire : un métal à très faible capacité calorifique produit l'effet de la paroi le plus efficace, rend compte du mode singulier, vraiment électif, d'action sur les microbes des appareils de chauffage avec circulation continue sous couche mince. Il laisse à peu près intactes les propriétés les plus délicates des liquides organiques, le lait notamment, tandis que les bactéries qui y pullulent sont durement et uniformément atteintes par le procédé en question.

* * *

Il a été préconisé encore un tout autre procédé thermique pour la pasteurisation du lait : la *biorisation*. Le nom qu'on lui a donné présume la parfaite conservation, dans le lait traité par ce procédé, de ces principes *sui generis* qui font considérer le lait, bien qu'assez improprement, comme un liquide « vivant ».

La biorisation consiste à chauffer le lait réduit à l'état de très fines gouttelettes de l'ordre de grandeur des poussières. pendant qu'il traverse un récipient en présence de l'air. Dans cet état, le lait doit présenter une surface infiniment grande à l'action oxydante de l'air. Cette action ne peut que nuire dans une mesure encore plus forte que le simple effet de la température à la conservation des vitamines. Cela est un fait d'observation indiscutable.

De plus, le lait ainsi traité a perdu entièrement son acide carbonique.

Indépendamment donc des difficultés d'ordre technique d'un pareil procédé, à cause surtout de l'entretien de la filière aux innombrables trous par où le lait est projeté et réduit en poussière, les deux défauts que je viens de signaler suffisent, je pense, pour considérer la *biorisation* comme dépourvue de toute valeur pratique et répondant surtout très mal au nom qu'on lui a donné.

On a songé aussi à augmenter la durée naturelle de conservation du lait ainsi qu'à l'assainir par des moyens chimiques.

On a proposé d'abord l'aldéhyde formique, le formol, grâce à la facilité de son emploi et aux résultats assez satisfaisants qu'il donne à l'égard du retard dans l'acidification du lait ; mais cet emploi a partout été interdit par la législation. On a proposé ensuite l'eau oxygénée avec addition de catalase (hémase) pour en éliminer les dernières traces de l'antiseptique et le transformer ainsi entièrement en de l'eau ordinaire. Malgré la grande autorité de BEHRING qui préconisa ce procédé en 1906, il n'a pu se répandre même en Allemagne surtout parce que son adoption se prête assez facilement pour faire passer dans la consommation du lait en état avancé d'altération. Car ce lait ainsi traité, étant destiné à être consommé à l'état cru, n'a pas à subir l'épreuve du chauffage qui est, pour le profane, le moyen le plus sûr et le plus facile pour s'assurer si le

lait est en bon état de conservation. Tout lait en effet en état assez avancé de fermentation ne tarde pas à tourner aussitôt qu'on le chauffe. Certes, à l'égard de l'assainissement et même de la destruction des ferments lactiques, c'est-à-dire de la conservation, comme il est naturel de penser, cette méthode proposée par un savant tel que BEHRING ne pouvait que donner pleine satisfaction.

Cependant, dès les premiers essais que l'on pratiqua dans plusieurs établissements de puériculture de Marbourg et d'autres villes allemandes, on ne tarda pas à constater bien des troubles digestifs à la suite de l'allaitement artificiel avec ce lait «perhydrolé». Ces constatations naturellement nuisent encore davantage à cette nouvelle méthode. Quant aux accidents observés, je crois qu'ils sont plutôt à mettre sur le compte de la consommation de *lait cru hétérogène*, que sur celui des modifications subies par le lait traité par l'eau oxygénée dans les proportions indiquées par BEHRING.

D'ailleurs, au moment où ce traitement fut préconisé, c'était encore le prix auquel il revenait, faisant presque doubler celui du lait dans les crèches, qui s'opposait à son adoption.

Enfin, tout dernièrement, M. DORNER a publié un article dans la *Schweizerische Milchzeitung* du 19 mars dernier, d'où il paraît résulter que cet auteur entrevoit la possibilité d'opérer peut-être un jour l'assainissement du lait au moyen du principe lytique : le bactériophage, selon la désignation de D'HÉRELLE (1). Au fond, dans cet article, M. DORNER affirme, d'après les quelques essais qu'il vient d'opérer, que le bactériophage anti-coli peut développer son action lytique dans du babeurre où il l'a ajoutée en même temps que le *B. coli*. De là à admettre la possibilité d'opérer l'assainissement du lait sur le *B. coli* et sur tous les autres microbes, grâce au principe en question, serait aller trop loin. D'abord, rien n'est plus certain que la polyvalence du bactériophage. Tel bactériophage n'agit en général qu'à l'égard de quelques souches seulement. Le principe lytique découvert par TWORT dans la vaccine, c'est celui dont l'action est certainement la plus limitée ; il ne lyse en somme que le micrococcus de la vaccine, une sorte de staphylocoque et point d'autres staphylocoques ; j'ai pu m'en assurer personnellement. Ensuite vient le bactériophage anti-coli, lequel ne s'attaque qu'à un nombre assez limité de souches. C'est le bactériophage anti-Shiga qui, vraiment, peut donner l'illusion d'une certaine polyvalence, mais limitée à son tour aux bacilles Shiga, et à quelques autres bacilles très proches parents du *B. Shiga*.

Evidemment, l'auteur de cette ébauche de procédé ne tient peut-

(1) L'étude de M. Dorner, traduite et complétée paraîtra dans le prochain numéro de *Le Lait*.

être pas assez compte de cette acquisition nouvelle : *la lyse en série transmissible.*

*
**

Il a été encore un moment question de traiter le lait par les rayons ultra-violet et, dans ces dernières années, par les courants alternatifs. J'ai pu me rendre compte par moi-même dès 1911, de l'impossibilité de cet emploi à titre industriel des rayons ultra-violet, à cause du débit forcément insuffisant et du mauvais goût, du goût de suif, que le lait prend sous l'action de la lampe aux vapeurs de mercure.

Quant à l'emploi des courants alternatifs dont le mode d'action doit se traduire par un effet thermique sur le lait. J'en ignore tout. Je suis porté à penser que ce procédé n'est jamais sorti de la période des essais. (A suivre.)

PASTEURISATION BASSE

Une observation au sujet de la pasteurisation lente

Par Ch. BARTHEL

Laboratoire bactériologique de la Station centrale d'expériences agricoles
à Experimentalaltet (Suède).

Il ne doit y avoir aucun doute sur ce que la pasteurisation lente ne soit le traitement le plus effectif du lait à consommer, si l'on veut obtenir un lait qu'on puisse réellement garantir au point de vue hygiénique, en même temps qu'il doit conserver autant que possible ses qualités naturelles.

Pendant les derniers temps, cette méthode de pasteurisation, dont il est superflu de donner ici une description, a commencé à être de plus en plus employée en Suède, ainsi que dans plusieurs autres pays, et ce fait est certainement à regarder avec satisfaction. Mais il y a, en cette question, le plus grand intérêt à tenir compte de certaines règles dont l'inobservation pourrait être de nature à faire du tort à la bonne renommée que possède déjà la pasteurisation lente parmi les experts en matière d'hygiène.

Il y a déjà longtemps que l'on a cherché à construire des appareils à l'aide desquels on pourrait obtenir un travail *continu* dans cette méthode de pasteurisation. De cette manière, on économiserait du *temps*, de *l'espace* et de *l'argent*. Il est clair que ces tentatives sont très louables en soi, car si l'on arrivait vraiment à trouver la solution de ce problème, ce serait à saluer comme un grand progrès. Il existe déjà pas mal de telles constructions en Amérique et en Allemagne. Nous n'entrerons point dans la description de ces appareils, mais il doit être dit tout de suite qu'aucun d'eux ne remplit les conditions qu'on serait en droit d'attendre à leur égard.