sur les fromages, qu'il faut déterminer avant tout, [pour prévenir la réapparition de l'accident.

LES MÉTHODES DE CONSERVATION DU LAIT DE FEMME (1)

par

R. PIERRET, A. BRETON et B. GAUDIER

Malgré les innombrables modifications que l'on a fait subir au lait de vache pour tenter de l'« humaniser », jamais ses qualités biologiques n'ont pu égaler celles du lait maternel : c'est ainsi qu'aux U.S.A. où l'hygiène est pourtant très développée, de multiples laits ont été successivement utilisés puis abandonnés (MACKINTOSH).

Au bout de quarante années de recherches dans ce domaine de la diététique, il apparaît que le lait de femme reste l'aliment de base du nourrisson normal et sa supériorité sur tout autre demeure incontestable (MELLANDER).

Certes, l'expérience a prouvé que le lait de vache pouvait satisfaire en fait les besoins alimentaires de l'enfant normal.

Mais, dans certains cas, le lait maternel devient un produit indispensable, soit qu'il s'agisse d'un nourrisson débile, convalescent de neuro-toxicose, cachectique ou plus encore d'un prématuré : il acquiert alors une valeur thérapeutique et permet à lui seul de véritables résurrections et une croissance normale (LELONG, ROSSIER et MICHELIN) (cf. aussi circulaire du Ministère de la Santé publique et de la Population en date du 25 novembre 1948 — encourageant la création de lactariums).

« A chaque mammifère, le lait de son espèce » (J. RIBADEAU-DUMAS).

Il est inutile de revenir ici, sur les indications particulières du lait de femme, sur ses modalités d'emploi. Sa supériorité est maintenant admise par la majorité des auteurs, tant pour le nouveau né à terme que pour le prématuré, même si, pour ce dernier, et dans des conditions bien définies, certaines modifications doivent lui être apportées (LELONG, ROSSIER).

Il suffit de rappeler une des premières statistiques réalisées en 1911 à Boston : sur 621 enfants morts de gastro-entérite, 87 seulement étaient nourris au sein. STONE et BAKWIN de leur côté, examinant 26.061 enfants ont démontré que les infections étaient deux fois plus fréquentes chez les nourrissons élevés au lait de vache.

(1) *La Semaine des Hôpitaux, Annales de Pédiatrie*, 1955, 31, 73-7, 405.

Ainsi donc apparaît la nécessité pour les centres hospitaliers comme pour les particuliers, de pouvoir se procurer du lait maternel.

Ceci est particulièrement indispensable dans les grands centres urbains pour deux raisons, surtout :

— L'impossibilité où se trouvent certaines mères d'assurer un allaitement au sein correct et de plus de six semaines, soit en raison de leur santé déficiente, soit à cause des conditions sociales ;

— La qualité incertaine des laits de vache crus ou pasteurisés livrés à la consommation. Malgré les progrès incontestables réalisés en ce domaine, il reste encore de nombreuses régions où les qualités hygiéniques du lait de vache sont insuffisantes. Ceci tient pour une grande part aux mauvaises conditions de récolte, de ramassage, de transport et de distribution.

D'une façon générale donc, en dehors de ses qualités propres, le lait maternel, pris au sein, ou donné indirectement est toujours infiniment supérieur au lait de vache, étant donné les risques bien plus réduits de contamination.

De plus, ce lait, dans les centres de collecte, est toujours stocké et distribué par petits lots : les dangers épidémiques sont alors très réduits.

Ainsi, deux notions se font jour :

— le lait « médicament »,

— le lait « suppléance » :

(soit qu'une nourrice s'avère introuvable ou que la mère soit défaillante pour raison de santé ou autre).

Alors que cette seconde conception est surtout envisagée dans les pays d'Amérique du Sud, c'est la première qui a prévalu en Europe, celle du « lait thérapeutique » : ce lait ne doit dans notre pays, être délivré que sur prescription médicale, et pour des cas cliniques bien déterminés.

Pour y satisfaire, sont apparus, voici quelques dizaines d'années, les premiers lactariums chargés d'assurer la collecte et la distribution du lait maternel dans les meilleures conditions possibles d'hygiène et de sécurité.

MAYERHOFFER à Vienne, en 1908, et TALBOT à Boston, en 1910, en furent les deux premiers pionniers. A Magdebourg, en 1919, Marie-Elise KAYSER fonda le premier lactarium d'Allemagne ; il en existe maintenant 15 environ dans ce pays.

A Paris, le professeur LELONG créa, avec le docteur ROSSIER, en 1947, le lactarium de l'Ecole de Puériculture. Depuis, d'autres centres se sont ouverts ; il en existe une dizaine dans notre pays actuellement, et dans les pays voisins (Belgique, Hollande). En

Grande-Bretagne, il existe aussi de nombreuses « Banques du lait », signalons celle de Cardiff (Professeur WATKINS).

Rappelons, enfin, que Genève possède son lactarium depuis 1950.

Ce préambule a pour but de démontrer la nécessité de l'emploi du lait maternel et le développement dans chaque pays des centres de collecte ne fait que confirmer l'intérêt de cette question.

Mais on conçoit que le fonctionnement de tels organismes a posé et pose encore de nombreux problèmes qui ont trait :

- aux modes de collectes,
- aux contrôles ;
- aux procédés de conservation du lait ;
- à sa distribution enfin.

En effet, la demande et l'offre sont différentes d'un jour à l'autre, ou suivant les saisons même (au cours de l'été en effet les besoins sont souvent plus élevés).

Des réserves sont donc indispensables dans les lactariums. De nombreux procédés de conservation du lait maternel ont vu le jour. Nous les passerons en revue, en nous attardant sur ceux dont l'intérêt est le plus grand, et qui ont gardé ou acquis la faveur actuellement.

Mais auparavant, il nous faut donner un aperçu de ce qu'est le lait de femme du point de vue de l'hygiéniste et du bactériologiste. De ses qualités, en effet, va dépendre la possibilité de le conserver ou non.

BILAN BACTÉRIOLOGIQUE

L'examen bactériologique des laits collectés dans un lactarium est un des temps indispensable du contrôle (l'autre étant de s'assurer que l'échantillon remis ne contient que du lait maternel).

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, en effet, le lait maternel n'est pas stérile. Certes, ce lait est d'autant plus pauvre en germes que le procédé de collecte aura été rigoureux ; nous verrons en ce domaine, les règles qui ont été préconisées.

Malgré toutes les précautions prises cependant, le lait maternel contient une certaine quantité de germes car les canaux galactophores sont toujours plus ou moins infectés, même en l'absence d'une infection « visible » de la glande mammaire.

Donc, une première mesure à prendre pour obtenir un lait pouvant être conservé, est d'assurer une collecte impeccable.

La collecte. Si celle-ci a lieu au lactarium même (ce qui est rarement réalisé) dans une maternité ou dans un centre où les donneuses vivent sous le régime de l'internat, les conditions de récolte peuvent alors être les meilleures.

Mais le plus souvent de nos jours, les donneuses recueillent elles-mêmes leur lait à domicile. C'est pourquoi, il a fallu codifier ainsi que l'a fait WRIGHT, voici quelques années, les méthodes de collecte :

— le lait doit être recueilli *directement* dans des flacons stérilisés, fournis chaque jour par le Centre ;

— avant chaque traite, les seins doivent être soigneusement lavés, en particulier les mamelons ; on peut même au besoin, utiliser un antiseptique local (certains lactariums remettent aux donneuses une trousse complète dans ce but) ;

— les tire-lait doivent être soigneusement stérilisés, mais même les plus récents modèles sont très difficiles à stériliser parfaitement, aussi certains auteurs restent-ils fidèles à la traite manuelle, pourvu qu'une hygiène rigoureuse des mains soit assurée.

En respectant ces précautions, on peut observer des taux microbiens très bas (minimum 6 germes par millilitre). Cependant, 100.000 à quelques millions de germes par millilitre sont constatés fréquemment (56% des examens effectués par E.-H. NOVEL à Genève). Ceci est dû à ce que dans les heures qui suivent la traite, les bactéries se multiplient rapidement dans cet excellent milieu de culture qu'est le lait. Il s'agit en grande majorité de microbes de la peau ou d'hôtes habituels des voies respiratoires supérieures qui sont sans danger si leur taux reste peu élevé.

Aussi, avant son arrivée au lactarium, le lait maternel doit être l'objet de précautions attentives :

— le flacon stérile doit être rebouché immédiatement après chaque remplissage ;

— il doit être placé dans l'endroit le plus frais de la maison ou mieux dans un réfrigérateur, ce qui est rarement possible dans notre pays.

L'idéal est en effet de *refroidir* le lait *aussitôt* après la traite. A Genève, un thermos contenant de la glace est remis dans ce but, chaque jour, aux donneuses, ceci est réalisé aussi à Cardiff.

Cependant, il faut bien le dire, l'ensemble de ces prescriptions se rapportant à la traite et à la préservation du lait n'est pas toujours suivi, et le taux microbien augmente ainsi progressivement.

A l'arrivée au lactarium, un contrôle rigoureux bactériologique s'impose donc, permettant :

Le tri des laits. Il est évident que lorsqu'une donneuse est admise, un examen bactériologique complet comportant une numération de germes doit être effectué. Un tel contrôle ne peut être pratiqué tous les jours, mais il doit être réalisé à intervalles plus ou moins

rapprochés (toutes les semaines ou tous les mois suivant les lactariums).

Cet examen permet de détecter les *germes pathogènes* : le plus souvent on sera amené à rencontrer :

- des staphylocoques (en cas de mastite surtout) ;
- des *E. Coli* témoins d'une contamination anormale du lait ;
- beaucoup plus rarement des bacilles de Koch.

Dans ces cas, bien entendu, la donneuse est éliminée.

Le procédé le plus simple qu'utilisent la plupart des lactariums pour le contrôle quotidien des laits est la recherche de l'acidité pratiquée sur chaque flacon dès leur arrivée (cf. H. LUCAS-CHAUVÉLON).

Deux méthodes sont utilisées le plus fréquemment :

a) soit l'emploi du papier tournesol : le virage au rouge est alors le témoin de l'acidité du lait qui normalement est alcalin, et ceci correspond à un produit plus ou moins altéré (l'acidité augmentant par développement de la flore lactique) ;

b) soit un procédé plus précis utilisant la soude en présence d'une solution de phénol-phtaléine comme indicateur.

La soude employée dite de Dornic, est une solution à 4 gr. 44‰. Chaque fois que l'on ajoute à 10 cm³ de lait 1/10^e de millilitre de la soude, cela correspond à 1 degré Dornic. On procède ainsi jusqu'à neutralisation. On lit au moment du virage au rose.

Dans ces conditions le lait normal titre de 2 à 4° Dornic. Les laits sont ainsi divisés en quatre catégories dès leur arrivée :

- les bons laits : 2 à 4°, susceptibles d'être conservés ;
- les laits que l'on peut garder (4 à 8°) ; ils ne peuvent servir à constituer un stock durable ;
- les laits à utiliser rapidement : 8 à 12° ;
- les laits impropres à la consommation (au-delà de 13° Dornic).

Quelle que soit la méthode utilisée, il apparaît ainsi :

— que certains laits devront être distribués vite, soit sans transformation soit après diminution de la flore bactérienne le plus souvent ;

— que d'autres laits au contraire, les meilleurs, pourront servir à constituer le stock de sécurité indispensable pour assurer une distribution régulière.

TALBOT, le fondateur d'un des premiers lactariums utilisait des laits collectés au Centre sans transformation aucune et semble-t-il, sans inconvénients (1910). Nous avons vu que les conditions

actuelles de collecte, à domicile, nécessitent la plupart du temps des précautions bien plus importantes.

C'est pourquoi, de nombreux procédés de stérilisation puis de conservation ont vu le jour : nous schématiserons les principaux d'entre eux.

(Cf. à ce sujet MACPHERSON, 1939, *Standart for directories for mother's milk*. — SMITH, 1942, *Human's milk technology*. — GLUCK, 1954, *Enquête auprès des principaux lactariums européens*.)

MÉTHODES DE STÉRILISATION DU LAIT MATERNEL

(Le terme de stérilisation n'est pas ici employé dans son sens littéral. Il s'agit en fait de diminuer l'importance du taux en germes, sans avoir la prétention d'obtenir un lait stérile.)

Après les contrôles portant sur chaque échantillon, les laits peuvent être mélangés puis filtrés au travers d'une gaze.

Voici les procédés de stérilisation utilisés (ou qui ont été préconisés).

Les moyens physiques

La chaleur. L'ébullition est le procédé le plus simple, son avantage évident est la commodité de réalisation : le lait est porté à l'ébullition pendant 10 minutes environ, puis refroidi lentement ensuite. Il n'est besoin d'aucun appareillage compliqué, ni d'un personnel spécialisé.

Cette méthode a été utilisée par WRIGHT en particulier, voici quelques années, avec des résultats semble-t-il satisfaisants, cependant, elle est pratiquement abandonnée par la plupart des lactariums.

Ses inconvénients sont nombreux, nous aurons l'occasion de les envisager en comparant les mérites des différentes méthodes.

D'ailleurs, cette question de l'ébullition du lait a été l'objet de nombreuses controverses, en Allemagne, surtout (CATEL, en particulier) ; BERNHEIM (Zurich) s'est élevé aussi contre elle.

On l'utilise encore au Centre d'Essen et le Lactarium de Kansas-City (Missouri) reste fidèle à l'ébullition pendant 50 minutes (HERVICK).

La stérilisation en autoclave, à 100° à l'abri de l'air, est encore utilisée aussi (à Bruxelles et dans certains lactariums allemands), exemple : 100°, 5' ; 100°, 10' ; 95°, 8' (KAYSER) ; 103°, 5' (LANGEVIN) ; 100°, 35' (à Pforzheim).

En France, cette méthode n'est plus employée que pour les laits très acides, dont il est indispensable de diminuer fortement la teneur en germes (Paris, Nantes, 100°, 5').

Mais dans ce cas particulier, elle ne permet pas un stockage prolongé, il faut utiliser ces laits assez rapidement.

La pasteurisation. Les méthodes de pasteurisation du lait maternel sont extrêmement variées et suivant les Centres, la température ou le temps de chauffage varient : exemple 68° pendant 10' à Stockholm, 79° à New York, 69° pendant 10' au Danemark, 63° pendant 20' en Finlande.

Ou au contraire, 80°, 2' ; 73°, 2' (cf. KEENEY et coll.).

En fait, on observe ici, comme en ce qui concerne le lait de vache, deux méthodes :

I. — La pasteurisation prolongée (Holder time) à température basse (65° environ), WRIGHT en est un des plus chauds défenseurs, écrivant qu'elle réduit les taux bactériens de 99,9%. Ester SELESTE a revu récemment (1953) l'ensemble de ces problèmes : il conclut lui aussi, à la supériorité du « Holder time ».

SAUER, au contraire, conteste l'intérêt de cette méthode, pensant qu'elle ne suffit pas à détruire certains germes tels qu'*E. Coli*, en particulier à cause du chauffage insuffisant et surtout elle est inactive pour les bacilles de Koch.

II. — La pasteurisation rapide (2') ou H.T.S.T. (« High temperature short time ») : pour la plupart des auteurs elle donnerait des résultats moins bons que le « holder time », il semble qu'un chauffage plus élevé (80°) offre une sécurité plus grande.

Les lactariums français utilisent la stérilisation basse qui a comme principal avantage de conserver la plupart des éléments thermolabiles, mais laisse des doutes au point de vue bactériologique cependant.

La tyndallisation. Il s'agit ici, d'une pasteurisation répétée. Les laits (Paris par exemple) sont chauffés à 65° pendant 20', et ceci trois jours de suite (ou 5 jours de suite dans d'autres centres).

Ils sont refroidis brusquement après chaque chauffage. C'est ainsi que la moyenne des germes comptés après tyndallisation, est de 4 à 10 par 1 millilitre, exceptionnellement 100, en tout cas, on ne doit plus pouvoir trouver au contrôle de germes pathogènes.

L'inconvénient principal de cette méthode est sa durée de réalisation, mais c'est elle qui offre le plus de sécurité par rapport à la pasteurisation simple.

Irradiation par les rayons ultra-violets et infra-rouges. Ces méthodes dont l'utilisation s'avère bénéfique lorsqu'il s'agit de petites quantités de lait à traiter (KEILLING, BARRET), ce qui est le cas des lactariums, donneraient des résultats comparables à la pasteurisation.

M^{me} RANDOIN avait déjà étudié ce problème voici quelques années, H. BAYKA, en reprenait l'étude récemment en ce qui concerne les rayons U.V.

L'appareillage cependant est assez complexe et nous ne nous attarderons pas à le décrire, nous bornant seulement à signaler les quelques faits suivants :

— le lait doit circuler : en couches minces (< 1 mm.) à l'abri de l'air ;

— la température à atteindre (85°) doit être homogène dans la masse liquide ;

— Le temps de chauffage très court, dépend des modèles d'appareils et de la température atteinte, $1/10''$ à 85° ; $6/10''$ pour d'autres modèles.

Ces méthodes ne sont pas utilisées couramment par les lactariums. Les U.V. entraînent une augmentation du taux de la vitamine D : le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France est opposé cependant à l'utilisation des laits irradiés comme aliments (mais non comme médicaments).

Le froid. C'est un procédé de traitement assez peu utilisé. Cependant le lactarium de Genève entre autres l'emploie. Cette méthode ne peut s'adresser qu'à des laits dont la teneur en germes est inférieure à 25.000 par 1 ml. (MARTIN DU PAN, NOVEL) et ne contenant aucun germe pathogène car la congélation ne les détruit pas.

Sans stérilisation ou pasteurisation préalable, le lait maternel est congelé, ce qui permet de conserver intégralement ses qualités nutritives. Il s'agit alors d'un lait cru congelé (à -20° ou -30°) ; c'est un procédé onéreux (il est le plus souvent utilisé comme moyen de conservation, nous le verrons, associé à la pasteurisation, ce qui procure une sécurité plus grande encore).

Les procédés chimiques

Parmi les nombreuses substances étudiées, une seule a servi réellement en pratique, c'est l'*acide citrique* dont l'emploi a été préconisé par les auteurs allemands en particulier (BINDEWALD).

L'acide citrique est ajouté aux flacons stériles remis chaque jour aux donneuses, sous formes de « citrettes ».

Une telle acidification du lait paraît certes commode, mais a donné lieu à des incidents assez nombreux, vomissements, selles molles, lésions d'intertrigos pour que nous ne nous attardions pas plus longtemps sur ce procédé, dont la valeur est contestable.

Utilisation des substances antibiotiques

C'est la streptomycine qui a été le plus souvent utilisée (l'auroéomycine plus rarement). Certes, l'idée était séduisante par sa sim-

plicité ; supprimant les manipulations et procédés plus ou moins complexes de stérilisation que nous venons d'envisager, cette méthode permettait d'obtenir un lait presque stérile. Il suffisait d'ajouter dans chaque flacon remis aux donneuses, 40 milligrammes environ de streptomycine (BINDEWALD, LINNEWIK).

Si ce procédé simple ne comporte pas certains inconvénients, résultant du chauffage ou de la congélation du lait, nous ne saurions cependant trop insister pour le condamner.

La sécurité qu'il procure est fautive ; il n'existe aucun critère valable de conservation d'un lait maternel ainsi traité ; d'autre part, l'addition de streptomycine dans le flacon de collecte vide interdit tout triage du lait frais, donc un mauvais lait à l'origine peut être accepté éventuellement.

Les mélanges de laits deviennent alors très dangereux, d'autant plus que certains germes, les salmonella en particulier, peuvent très bien être résistants à la streptomycine, même à forte concentration ; c'est un fait que l'on constate journellement maintenant.

Enfin, et surtout, du strict point de vue thérapeutique, il existe des inconvénients bien connus et un tel aliment ne peut mériter l'appellation de « lait prophylactique » qui est une notion très critiquable : l'administration répétée et parfois prolongée de streptomycine à un nourrisson, non seulement peut être excessivement dangereuse mais encore modifie le comportement des germes intestinaux, en particulier les uns devenant résistants, les autres pouvant même devenir « dépendants » de la streptomycine. L'utilisation thérapeutique de cet antibiotique peut alors aller à l'encontre du but poursuivi, en favorisant, en cas d'infection, la pullulation de certaines espèces microbiennes.

Les deux méthodes, acide citrique et streptomycine ont été associées dans certains lactariums allemands. Mais Roos écrivait à ce propos (septembre 1950) « par ces deux méthodes, l'effet bactériostatique obtenu ne suffit pas ». C'est pourquoi elles sont pratiquement abandonnées.

Voici donc rappelés et schématisés les principaux moyens utilisés dans la stérilisation du lait maternel. La pasteurisation domine de loin par sa fréquence d'emploi les autres procédés ; la tyndallisation, trois jours de suite à 65° est la méthode préconisée pour les lactariums français par la récente note du Ministère de la Santé (27 août 1954). Des recherches expérimentales s'imposent cependant pour préciser la survie du *Mycobacterium tuberculosis* au cours de cette opération.

Il nous faut envisager maintenant les moyens de conserver ce lait, placé ainsi préalablement dans les meilleures conditions d'hygiène possible.

En ce domaine, c'est le froid qui est le plus utilisé, bien que de plus en plus des équipements modernes pourront permettre de réaliser des laits secs, par lyophilisation, ce qui représente évidemment la solution idéale.

MÉTHODES DE CONSERVATION DU LAIT MATERNEL

1° *La conservation par le froid.*

Les laits tyndallisés sont conservés à l'état liquide dans une glacière à $+ 4^{\circ}$. Ceci ne permet pas cependant un stockage prolongé et si l'on suit ces laits du point de vue bactériologique, on s'aperçoit que leur taux en germes augmente progressivement (à Paris, 1.000 germes/ml. après un mois de glacière). Or, pour la distribution, le nombre de germes banaux ne doit pas excéder ces chiffres. De tels laits ne peuvent être gardés que 15 à 30 jours au maximum.

D'ailleurs, est-il besoin de rappeler que les laits titrant plus de 8° Dornic, doivent, eux, être utilisés très vite.

Cette méthode ne permet pas non plus d'expédition à distance, sauf dans des caisses isothermes ce qui complique singulièrement la distribution. C'est pourquoi les différents utilisateurs ont cherché à obtenir véritablement un lait congelé, pouvant se conserver longtemps.

EMERSON et PLATT, dès 1933, avaient étudié cette question (ils congelaient à $- 80^{\circ}$ et conservaient à $- 30^{\circ}$).

Au lactarium de Paris, on réalise une congélation à $- 30^{\circ}$ en 30' environ, puis la conservation est assurée à $- 20^{\circ}$.

Au lactarium de Liège, on congèle à $- 40^{\circ}$ le lait qui est conservé à $- 35^{\circ}$.

Une installation modèle de congélation est réalisée aussi à Stockholm. Les laits peuvent être conservés plusieurs mois sans subir d'altération.

Mais on conçoit le fonctionnement onéreux d'un tel traitement, de même que les difficultés de transport à distance de ce lait congelé, surtout au moment où la demande est la plus forte, c'est-à-dire en été.

2° *La dessiccation du lait.*

En 1923, EMERSON étudia la valeur énergétique d'un lait maternel desséché, mais abandonna peu après ce procédé, préférant la congélation.

En 1925, M. E. KAYSER fit d'autres essais, mais n'aboutit pas à des résultats satisfaisants.

Actuellement, en partant du lait préalablement congelé, le principe est de réaliser une sublimation de la glace sous vide. C'est

le même procédé qui est utilisé dans les centres de transfusion pour obtenir le plasma sec, c'est lui que nous décrirons rapidement.

Pour être desséché, le lait est placé dans des flacons de 500 millilitres mais qui ne sont remplis qu'avec 350 millilitres. Le lait subit alors deux traitements successifs.

La rotation congélation : à -20° , les flacons tournent à 900 tours minute. Le lait est ainsi projeté contre les parois et il se solidifie en ménageant une cheminée centrale qui permettra à l'évaporation de s'effectuer jusqu'au fond de la bouteille (en attendant le second temps, les flacons sont conservés à -30° ou -20° , mais en général à une température égale ou plus basse que celle qui a servi à la congélation).

Puis vient la *dessiccation* : les flacons sont alors placés dans une grande cuve où le vide est réalisé par des pompes puissantes ; l'eau vaporisée se condense alors sur les parois froides de l'appareil maintenues à -40° ou -45° .

Chaque flacon est obturé par un filtre spécial pour éviter toute souillure pendant ces opérations ; à la fin de celles-ci de l'azote deshydraté est introduit dans l'appareil et donc, dans les flacons contenant la poudre de lait, pour rétablir une pression normale.

Le lait ainsi obtenu se reconstitue par simple addition d'eau. Ses avantages sont multiples :

- conservation infinie ;
- transport au loin facile en toute saison et sous un volume restreint ;
- souplesse d'emploi, la livraison pouvant varier selon les besoins.

Il faut dire cependant, que la technique est assez compliquée, nécessitant un appareillage coûteux et un personnel spécialisé. Ceci n'est pas à la portée de tous les lactariums, mais dans les grandes villes, la proximité d'un centre de transfusion peut faciliter grandement les choses en permettant l'emploi alterné des mêmes appareillages.

Après avoir envisagé les principaux moyens de stérilisation et de conservation du lait maternel un point très important doit maintenant retenir notre attention :

Quelle est la valeur des laits ainsi traités ?

Le lait est un « liquide vivant » disait MARFAN, son pouvoir eutrophiant et énergétique est le fait de nombreuses substances :

- des ferments : amylase, présure, lipase, lysozyme ;
- des enzymes tissulaires : peroxydases, réductases, que le nourrisson n'élabore qu'en quantité insuffisante ;

- des anticorps, antitoxines, immunisines ;
- des vitamines.
 - A (suivant l'alimentation maternelle) ;
 - B1 17 γ cm³ ;
 - B2 30 γ ;
 - B6 4 γ .

(M. RANDOUIN)

- C 4 à 5 mmgr./100 ml. ;
- D très peu ;
- PP ;
- des substances protidiques ou lipidiques spécifiques.

Cet ensemble fait donc du lait de femme un aliment idéal pour les prématurés et débiles auxquels il évite l'effort d'adaptation nécessaire avec des laits étrangers, car il apporte des ferments directement utilisables.

Mais la plupart de ces éléments sont thermolabiles aussi tout chauffage au-delà de 60° les détruit en partie. Quelle peut donc être la valeur des laits fournis par les lactariums ?

« Certainement moindre que celle du lait frais que le nourrisson boit à la tétée » (K. KAYSER).

Nous éliminerons d'emblée de ce chapitre les laits acidifiés par l'acide citrique ou additionnés de streptomycine, car nous avons déjà dit qu'il fallait proscrire ces deux méthodes de stérilisation qui n'offrent aucune sécurité et sont dangereuses pour le nourrisson. En ce qui concerne l'utilisation des U.V., un des inconvénients majeurs serait le mauvais goût obtenu.

Il reste à envisager l'ensemble des autres méthodes dont le mode d'action se place en fait sous trois rubriques :

- la chaleur ;
- le froid ;
- la dessiccation.

La chaleur

Contre le chauffage du lait se sont élevés de nombreux auteurs ; CATEL en particulier déniait à des laits ainsi stérilisés toute valeur.

Certes, l'ébullition est un mauvais procédé et elle doit être abandonnée (bien que pour certains pédiatres elle facilite la digestion du lait, probablement en aidant la coagulation gastrique) ;

- le lait prend en effet un goût de plus en plus caramélisé, s'accentuant de jour en jour ;

- les vitamines sont détruites pour la plupart, de même que les ferments, et les protéines spécifiques peuvent être altérées elles aussi.

La stérilisation sous vide à 100° n'a pas les mêmes inconvénients ; ce sont surtout les éléments vitaminiques qui sont altérés. (Ceci avait déjà été noté dès 1931 par SIMONET et GUITONNEAU, le lait conservait ses qualités nutritives, mais la vitamine C était détruite).

En fait, cette destruction de la vitamine C (cf. *thèse* J.-J. Maignan, Paris) serait due plus à la lumière, à l'air, et surtout au temps écoulé avant la préservation des laits à la glacière, qu'à la température de chauffage (KON - S. K.).

Ici encore, c'est la perfection de la collecte qui peut minimiser cette perte en vitamine C ; elle n'est pas catastrophique, puisque l'on peut toujours l'ajouter par ailleurs dans l'alimentation du nourrisson.

La *tyndallisation* pour J. LEGROS (Liège) entraînerait, elle, très peu de modifications du taux des vitamines et pas de modification du tout des éléments énergétiques (WIELAND avait la même opinion).

À côté de la vitamine C en effet, les plus touchées par la chaleur seraient les vitamines B1 (23%) B2 et A (2 à 3% de perte). D'autre part les ferments, lipase, lysozyme en particulier sont très altérés par le chauffage, seule la pasteurisation basse les préserverait en partie (ESTER SELESTE). Pour M. MARTIN DU PAN, tout chauffage au-delà de 60° détruit la lipase, dont l'importance s'avère indéniable dans la digestion des graisses par les prématurés.

Influence du froid

Même à — 80° (EMERSON et PLATT) on n'observe pas de modifications énergétiques ou vitaminiques. L'école allemande très longtemps opposée à l'action de la chaleur se montrait partisane de la congélation ; CATEL a démontré qu'un tel lait gardait sa valeur nutritive.

De même les enzymes, la lipase en particulier, ne sont pas détruits, c'est ce qu'ont démontré MARTIN DU PAN, NOVEL et ROUX en 1951, qui sont partisans de la congélation simple.

Des constatations identiques ont été faites, à la suite d'observations cliniques sur des prématurés nourris au lait frais ou congelé, après pasteurisation.

La dessiccation

Elle non plus ne modifie pas le taux des éléments énergétiques (cf. G.-G. Maignan, qui a repris dans la thèse l'ensemble de ce problème) mais les pertes vitaminiques ici (vitamine C 60%, A 30%) sont appréciables. En fait ceci est de peu d'importance en pratique.

Le lait, une fois reconstitué, est un excellent aliment, bien

adapté, cela vaut beaucoup mieux que d'obtenir une croissance rapide à l'aide de laits plus riches, mais dont l'effet bénéfique est amoindri par l'apparition de troubles secondaires digestifs ou autres (LELONG, ROSSIER).

En effet, le lait maternel en poudre est véritablement la meilleure forme de conservation, outre les avantages déjà signalés ; sur le plan de la diététique, le maniement d'un lait sec est infiniment plus commode que tout autre. Il permet au médecin de varier les concentrations des biberons, au besoin même on peut l'ajouter au lait de vache entier ou mieux écrémé ; ce qui a été réalisé chez les prématurés. On peut facilement aussi enrichir ce lait en éléments minéraux ou protéiques.

En conclusion : il pourrait paraître difficile d'aboutir à une opinion définitive, concernant les diverses méthodes préconisées pour stériliser et conserver le lait maternel. Si certaines d'entre elles sont satisfaisantes sur le plan bactériologique (pasteurisation haute puis dessiccation) il leur est reproché surtout d'altérer les qualités biologiques du lait.

Malgré les essais tentés pour y remédier (substances chimiques, antibiotiques, congélation seule) le chauffage du lait est le procédé le plus utilisé : soit la pasteurisation simple, ou la tyndallisation telle qu'elle est réalisée dans les lactariums français, conformément aux recommandations du Ministre de la Santé (cf. note 27 août 1954). Cependant, il faut le noter à nouveau, cette méthode de stérilisation (65° trois jours de suite) n'offre pas une sécurité absolue, et des recherches expérimentales devraient être entreprises, pour vérifier si les bacilles de Koch en particulier, survivent ou non à ce traitement.

La pasteurisation à température plus élevée offre certainement beaucoup plus de garanties.

La solution d'avenir est avant tout la dessiccation, que certains lactariums seulement peuvent effectuer. C'est pourquoi, chaque fois que cela est possible, le couplage des centres de collecte du lait maternel avec les centres de transfusion régionaux est une solution excellente qui permet la lyophilisation dans les meilleures conditions possibles.

Ce lait sec est d'un emploi extrêmement commode, il ne s'altère pas, il permet une diététique extrêmement souple et adaptée à chaque cas clinique particulier.

C'est cependant, nous l'avons vu et y insistons encore, une *collecte irréprochable* qui permet d'obtenir le lait maternel dans les meilleures conditions possibles. C'est en s'attachant à perfectionner au maximum les méthodes de prélèvement et de récolte du lait que

l'on pourra obtenir un aliment de premier choix de haute valeur thérapeutique.

BIBLIOGRAPHIE

- H. BAYKA. Traitement du lait par les U.V. *Bull. of Hyg.*, 1953, p. 207.
- H. BRIAND. Le centre des donneuses de lait de femme. *Le nourrisson*, 1935, **25**, 228.
- BINDENWALD. Conservation du lait de femme par la streptomycine et l'acide citrique. *Dtsch. Med. Wsch.*, 1952, **77**, 35, pp. 1015-1017.
- W. CATEL et I. ZEUKER. *Deutsche med. Wschr.*, 1940, **11**, 959.
- P. EMERSON et W. PLATT. The preservation of human milk : a preliminary note of the freezing process. *Journal of Ped.*, 1933, **2**, 472.
- P. EMERSON et L. W. SMITH. Dried human milk. *Am. Journal Dis. child*, 1936, **31**, 1.
- ESTER SELESTE. The keeping quality of cow's milk and mother's milk. *Ann. Med. Exp. et Bio. Fenniae*, **31**, supp. 8, 1953.
- E. FREUDENGERT. Les centres de récolte du lait de femme. *Annales Nestlé*, 1950, **4**, 1.
- M. GLUCK. Etude sur l'organisation et l'activité d'un lactarium : enquête dans les principaux lactariums d'Europe. *Thèse Genève*, 1954.
- K. KAYSER. Est-il convenable de modifier les méthodes de travail des dépôts centralisateurs du lait de femme exigées et utilisées jusqu'à présent ? *Zentralblatt für Gynäkologie*, 1952, fasc. 2 ; *Le Lait*, nov.-déc., 1953, p. 621.
- KEILLING BARRET. Pasteurisation par I. R. *Le Lait*, 1950, 465.
- KON S. K. Effets de la lumière sur la vitamine C. *Science*, **85**, janv. 1937, 119, 120.
- LONGEVIN et GRANVAL. Technique laitière. Ed. Dunand, Paris, 1946.
- L. LEGROS. *Arch. Fr. de Ped.*, **538**, 1946 ; **398**, 1948.
- MM. LELONG et A. ROSSIER. *Le nourrisson*, n° 4, 1946.
- M. LELONG et A. ROSSIER. Le lait de femme dans l'alimentation du prématuré. *Bull. Acad. Med.*, 6 juin 50, 395.
- H. LUCAS-CHAUVELON. Lactarium de Nantes, un an de fonctionnement. *Thèse Paris*, 1951.
- LINNEWIK. Lait humain : conservation. *Med. Klim.*, 11 février 1949.
- J. MACKINTOSH. Breast milk banks. *Brit. Med. Bull.*, 1947, **72**, 1011.
- C. MAC PHERSON et TALBOT. Standard for directories for mother's. *Journal of Ped.*, 1939, **15**, 461.
- G. G. MAIGNAN. Composition du lait maternel du lactarium de Paris et modifications suivant les méthodes de conservation. *Thèse Paris*, 1951.
- MARTIN DU PAN, NOVEL et ROUX. La conservation du lait de femme et en particulier celle de la lipase. *Ann. Paed.*, 1952, **178**, 288.
- O. MELLANDER. Upsala Lakareforenings. Forhand lingar, 1946-1947, **52**, 108.
- MOURIQUAND. Les vitamines du lait. *Ped.*, 1950, n° 2, p. 157.
- E. NOVEL et E. PONGRATZ. Trois ans d'analyses bactériologiques du lait maternel. *Serv. Ped. Hyg. Publ. Genève*, **45**, fasc. 1, 1954.
- RANDOIN et ROSSIER. Composition du lait maternel et ration alimentaire. *Bull. Acad. Med.*, oct. 1947, nov. 1942.
- RANDOIN et PERROTTEAU. *Le Lait*, nov.-déc., 1950, 622, 629.
- RIBADEAU et DUMAS. L'alimentation du nourrisson. *S.H.P.*, n° 47, juin 1950.

- W. SAUER. *Deutsche Med. Wsch.*, 1939, **65**, 1691.
- SIMONNET et GUITONNEAU. Influence de la pasteurisation du lait à l'abri de l'air sur le taux en vitamines C. *Compte rendu Acad., Sciences*, mai 1937.
- C. A. SMITH. Human's milk technology. *Journal Pediat.*, 1942, **20**, 616.
- STANDARDS FOR MOTHER'S MILK. *Journal of Ped.*, 1943, **23**, 112.
- S. STONE et E. BAKWIN. Breast feeding. *Journal of Ped.*, 1948, **37**, 660.
- J. VAN ESPEN. Stérilisation et conservation du lait dans les lactariums. *Acta Paed. Belgica* 2, **3**, 48-49.
- WRIGHT. Bacteriology of the collection and preservation of human milk. *Lancet*, 1947, **3**, 121. Cf. aussi *Lancet*, 1947, **2**, 233.
- WIELAND. Lait cru ou lait de femme chauffé ? *Schweiz. Med. Woch.*, janv. 1938.

LAIT PASTEURISÉ — LAIT STÉRILISÉ

II

Aspects techniques et hygiéniques du problème des laits destinés à la consommation (1)

par

G. MOCQUOT

Directeur de la Station centrale de Microbiologie et Recherches laitières de l'Institut national de la Recherche agronomique, Jouy-en-Josas (S.-et-O.).

PREMIÈRE PARTIE

LA DESTRUCTION DES BACTÉRIES PATHOGÈNES AU COURS DE LA PASTEURISATION DU LAIT

En 1860-1864, PASTEUR avait montré que le chauffage du moût de raisin, vers 55-65°, pendant quelques instants, suffisait à détruire les microorganismes responsables de certains défauts du vin en laissant subsister une proportion suffisante de ceux qui étaient nécessaires pour une fermentation alcoolique normale. Ce faisant, il donna son nom à un procédé qui, quelques années plus tard, fut appliqué au lait dans le seul but d'améliorer les qualités de conservation de ce produit. Mais, après la découverte par KOCH, en 1882, du bacille de la tuberculose, on observa que le lait pouvait être l'agent de transmission de la maladie. De nombreuses recherches furent alors entreprises pour déterminer la température et la durée de chauffage nécessaires pour détruire le germe dont on s'aperçut qu'il était, parmi les microbes, non sporulés, l'un des plus résistants à l'action de la chaleur.

(1) *Annales de la Nutrition et de l'Alimentation*, 1955, **9**, n° 4, 251.